

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. F. Großmann

**Untersuchungen über den Einfluß
von Chlorcholinchlorid (CCC)
auf Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität
zu Gießen

Eingereicht von
Diplomlandwirt Eduard Langerfeld
geboren in Wuppertal-Barmen

Gießen 1969



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545919_0015

Aus dem Institut für Phytopathologie
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. F. Großmann

Untersuchungen über den Einfluß
von Chlorcholinchlorid (CCC)
auf Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität
zu Gießen

Eingereicht von
Diplomlandwirt Eduard Langerfeld
geboren in Wuppertal-Barmen

Gießen 1969



Dekan: Prof. Dr. F. Großmann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. F. Großmann

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Linser

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<u>A. Einleitung</u>	1
I. Problemstellung	1
II. Beschreibung der untersuchten Erreger	4
1. <u>Septoria nodorum</u>	4
2. <u>Fusarium culmorum</u>	8
3. <u>Cercospora herpotrichoides</u>	9
<u>B. Material und allgemeine Methoden</u>	12
I. Feldversuche	12
1. Versuchsflächen, klimatische Daten	12
2. Bodenbeschreibung, Vorfrucht, Düngung	12
3. Methoden	14
a. Anlage der Feldversuche	14
b. Wachstumsstadien, Wuchshöhe, Bestandesdichte, Lagerung	15
c. Ausbringung des CCC	15
d. Ernte, Ertragsfeststellung	16
e. Statistische Auswertung der Ergebnisse	16
II. Gefäßversuche	17
1. Art der Gefäße, Füllung, Düngung	17
2. Einsaat, Entwicklung	17
3. Behandlung mit CCC	18
4. Ertragsauswertung, Wuchshöhe	19
III. Versuche in vitro	19
1. Prüfung des Myzelwachstums	19
a. Auf festem Nährboden	19
b. In Nährlösung	20
2. Prüfung der Sporenkeimung	21

<u>C. Versuche mit Septoria nodorum</u>	23

I. Spezielle Methoden	23
II. Ergebnisse der Feldversuche	26
1. Feldversuche 1967	26
2. Feldversuche 1968	29
III. Ergebnisse des Gefäßversuches	41
IV. Ergebnisse der Versuche in vitro	44
1. Beeinflussung des Myzelwachstums durch CCC	44
2. Beeinflussung der Sporenkeimung durch CCC	46
<u>D. Versuche mit Fusarium culmorum</u>	48

I. Spezielle Methoden	48
II. Ergebnisse der Feldversuche	48
1. Feldversuch 1967	48
2. Feldversuch 1968	49
III. Ergebnisse der Versuche in vitro	53
1. Beeinflussung des Myzelwachstums durch CCC	53
2. Beeinflussung der Sporenkeimung durch CCC	56
<u>E. Versuche mit Cercospora herpotrichoides</u>	57

I. Spezielle Methoden	57
II. Ergebnisse der Feldversuche	59
III. Ergebnisse der Gefäßversuche	65
1. Gefäßversuch 1967	65
2. Gefäßversuche 1968	68
IV. Ergebnisse der Versuche in vitro	72
1. Beeinflussung des Myzelwachstums durch CCC	72
2. Beeinflussung der Sporenkeimung durch CCC	74
<u>F. Diskussion</u>	76
<u>G. Zusammenfassung</u>	94
<u>H. Literatur</u>	97

A. Einleitung

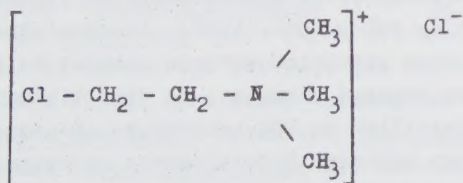
I. Problemstellung

Eines der größten Probleme des intensiven Getreidebaues, wie er vor allem in Europa betrieben wird, ist das "Lagern" der Bestände. Unter "Lagern" oder "Lagerung" versteht man das Umfallen oder Umknicken der Halme, verursacht durch ungünstige Witterungsverhältnisse (z.B. starken Wind, Hagelschlag, hohe Niederschlagsmengen im Frühsommer) oder fehlerhafte Düngung (besonders überhöhte Stickstoffdüngung). Außerdem gibt es ein parasitär bedingtes Lagern, hauptsächlich verursacht durch den Pilz Cercospora herpotrichoides Fron.

Durch Züchtung kürzerer und standfesterer Sorten, zeitliche Aufteilung der Stickstoffgabe und Anwendung langsam wirkender Stickstoffdünger wie z.B. Kalkstickstoff konnten nur Teilerfolge erzielt werden, das Problem war damit nicht gelöst.

Es war deshalb kein Zufall, daß man zuerst in europäischen Forschungsstätten auf den Gedanken kam, den von TOLBERT (1960) in den USA beobachteten halmverkürzenden Effekt des Chlorcholinchlorids (CCC) bei Weizenpflanzen zur Verhinderung der Lagerung auszunutzen (LINSER, MAYR und BODO, 1961; JUNG und STURM, 1964). Bereits 1967, im vierten Jahr der praktischen Anwendung, wurden nach MAYR (1968) rund 20 Prozent der westdeutschen Weizenflächen mit CCC behandelt.

Chlorcholinchlorid (2-Chloräthyl-trimethylammoniumchlorid) ist eine quaternäre Ammoniumverbindung:



Bei entsprechender Anwendung verkürzt CCC besonders die unteren Internodien von Weizenpflanzen. Der Halm wird verdickt, die Zahl der Parenchymzellen und der Gefäßbündel vermehrt; die Parenchymzellen werden englumiger und deren Zellwände dicker (MAYR und PRESOLY, 1963; JUNG und RIEHLE, 1966). Ferner wird die Halmelastizität erhöht. Trotzdem ist die geringere Lagerneigung nicht auf eine erhöhte Knickfestigkeit zurückzuführen, sondern hauptsächlich auf die verminderte Hebelwirkung am verkürzten Halm (HORN, 1965; KOCH, 1968).

Der praktische Landwirt sieht den Hauptvorteil der CCC-Anwendung darin, 20 bis 40 kg/ha Stickstoff mehr düngen zu können, ohne das Risiko einer Lagerung einzugehen. Legt man das Ertragsgesetz von MITSCHERLICH

$$Y = A (1 - 10^{-cx}) \cdot 10^{-kx^2}$$

zugrunde, so hat das CCC die Eigenschaft, den Schädigungsfaktor k , an welchem die Getreidelagerung einen beträchtlichen Anteil hat, zu verkleinern (LINSER, 1968).

Fast jede Neuerung auf landwirtschaftlich-produktionstechnischem Gebiet bringt nun auch neue Probleme mit sich. Beim CCC war es die Beobachtung, daß Ährenkrankheiten wie die durch Septoria nodorum Berk. hervorgerufene Spelzenbräune und die durch Fusarium culmorum (W.G. Smith) Sacc. hervorgerufene partielle Taubährigkeit auf CCC-behandelten Flächen stärker auftreten als auf unbehandelten Flächen, besonders in niederschlagsreichen Jahren oder in nassen Lagen (STURM und JUNG, 1964; HUNGERBÜHLER und PECLARD, 1964; FROHNER, 1965; LINSER, 1966; BACHTHALER, 1967; BOCKMANN, 1967b; MATTHES und SCHUSTER, 1967; ZWATZ, 1967; BECK, 1968). Als Ursachen werden von einigen der zuvor genannten Autoren zumeist keine direkten chemischen Einwirkungen vermutet, es wird vielmehr auf ein verändertes Mikroklima im CCC-behandelten Bestand hingewiesen, ferner auf den kürzeren Infektionsweg zwischen oberem Blatt und Ähre oder auf die durch CCC verursachte Entwicklungsverzögerung

der Pflanzen. OBST (1968) und LINSER (1968) vermuten die Ursache in einer durch CCC hervorgerufenen Dispositionsveränderung der Pflanzen. HUMPHRIES (1968) glaubt, daß die Ähren behandelter Pflanzen ihre höchste Krankheitsanfälligkeit in einem anderen Entwicklungsstadium erreichen als die Ähren unbehandelter Pflanzen.

Eine völlig entgegengesetzte Wirkung des CCC konnte bei der Halmbruchkrankheit, verursacht durch den Pilz Cercosporella herpotrichoides Fron, beobachtet werden, nämlich eine Verringerung des Ausmaßes der "parasitären Lagerung" (MAYR, BECK und DISKUS, 1964; STURM und JUNG, 1964; BOCKMANN, 1965a; FROHNER, 1965). Während in den ersten Berichten keine direkte Wirkung auf das Pilzwachstum, sondern lediglich die verbesserte Standfestigkeit als Ursache angenommen wird, konnten DIERCKS (1965a,b), BACHTHALER (1967) und ZWATZ (1967) auch eine Verringerung des Befallsgrades der erkrankten Pflanzen feststellen. DIERCKS ist der Meinung, daß bei frühzeitiger Anwendung sogar eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit durch das verstärkte Halmgewebe im Sinne einer induzierten Ausbreitungsresistenz vorliegt. Allgemein scheint Einigkeit darüber zu bestehen, daß keine direkt fungizide Wirkung vorliegt und es mehr auf eine Verhinderung des krankhaften Lagerns als auf eine Herabsetzung des Befallsgrades ankommt (BOCKMANN, 1965a).

Ferner liegen verschiedene Beobachtungen über die Wirkung von CCC auf andere Getreidekrankheiten vor: JUNG und STURM (1967) wiesen auf eine Erhöhung der Anfälligkeit von Weizen gegenüber verschiedenen pilzlichen Erregern, wie Septoria nodorum, Fusarium culmorum, Erysiphe graminis, sowie "Alternaria, Cladosporium und Cercospora spp." durch CCC-Anwendung hin, wenn Luftfeuchte und Niederschläge zur Zeit des Schossens extrem hoch seien. ZWATZ (1967) fand einen Anstieg des Befalls durch Mehltau (Erysiphe graminis), Braunrost (Puccinia recondita) und Spelzenbräune (Septoria nodorum) bei CCC-behandeltem Weizen.

TAHORI und Mitarbeiter (1965) fanden in Gefäßversuchen keine Beeinflussung von Schwarzrost (Puccinia graminis) und Mehltau an Weizenpflanzen; ebenso hatte CCC nach JOHNSON und SCHAFER (1966) keinen Einfluß auf das Wirt-Parasitverhältnis beim Weizenbraunrost. Die Autoren sind jedoch der Meinung, daß in Gewächshausversuchen CCC-behandelte Weizenpflanzen wegen der Reifeverzögerung länger zur Anzucht von Rostpilzen benutzt werden können. BECK (1968) konnte auch im Freiland keine Veränderung des natürlichen Braunrostbefalls durch CCC feststellen. Nach CROSIER und YOUNT (1967) zeigt CCC, in Kombination mit verschiedenen Fungiziden, einen leicht senkenden Einfluß auf den Befall durch Tilletia foetida.

Weitere Angaben über die Beeinflussung von anderen Kulturpflanzen durch CCC finden sich bei POMMER (1967) in Form einer Literaturübersicht. POMMER selbst prüfte unter anderem den Einfluß von CCC auf das Wachstum verschiedener Pilze in vitro. Während das Wachstum von S. nodorum und F. culmorum nicht wesentlich beeinflusst wird, zeigt CCC gegenüber C. herpotrichoides einen fungistatischen Effekt.

II. Beschreibung der untersuchten Erreger

1. Septoria nodorum Berk.

Der Name gilt für die ungeschlechtliche Sporenform. Korrekterweise müßte dieser Ascomycet, nach seiner von MÜLLER (1952) beschriebenen Hauptfruchtform, Leptosphaeria nodorum genannt werden. Zudem kann als sicher angenommen werden, daß die Nebenfruchtform nicht zu den eigentlichen Septoria-Arten gehört; PETRAK (zit. nach BRÖNNIMANN, 1968) und MÜLLER und TOMASEVIC (1957) ordnen dieselbe der Gattung Hendersonia zu, während SCHMIEDEKNECHT (1967), der in seiner Arbeit die korrekte Bezeichnung Leptosphaeria benutzt, die Nebenfruchtform als eine Stagonospora-Art bezeichnet. Wie in den meisten anderen Veröffentlichungen wird in der vorliegenden Arbeit die in der Praxis verbreitete Bezeichnung Septoria nodorum beibehalten. Landläufige Bezeichnungen sind "Spelzenbräune", "Braunspelzigkeit", im englischen Sprachbereich "glume blotch" und in Holland "kafjesbruin".

S. nodorum befällt Weizen in allen Entwicklungsstadien der Pflanze; sogar auf den Körnern können sich Pyknidien bilden. Vielfach zeigen junge Weizenpflanzen bereits zwei bis vier Wochen nach dem Auflaufen typische Septoria-Symptome: auf der Koleoptile erscheinen bräunliche, strichförmige Verfärbungen, das Gewebe stirbt anschließend ab und es erscheinen Pyknidien. KIETREIBER (1962) fand bereits an Weizenkeimlingen aus befallenen Saatgut charakteristische Symptome: verkürzte und verkrümmte Koleoptilen mit typischen braunen Höckern als sicheres Erkennungsmerkmal.

Neben Blättern und Blattscheiden werden in schwächerem Maße auch Halmknoten befallen; die größte Bedeutung hat jedoch der Befall der Ähre. Auf den Hüllspelzen erscheinen schokoladenbraune Flecke, die unter Umständen die ganze Spelze bedecken können. Normalerweise sind nur die Hüllspelze und die freiliegenden Teile der Deckspelze verbräunt, während sich die bedeckten Spelzenteile und die Innenseiten nicht verfärben. Hierdurch unterscheidet sich Septoria-Befall eindeutig von Gallmücken- und Thrips-Schäden, bei denen die Verbräunung von innen nach außen fortschreitet. An den befallenen Spelzenteilen bilden sich dann Pyknidien (HOPP, 1957).

Die Körner werden nur bei sehr starkem Befall in Mitleidenschaft gezogen, hauptsächlich mittelbar durch Zerstörung der Assimilationsflächen von Spelzen, Blattscheiden und Blattspreiten, nur selten durch direkte Einwirkung auf das Korn. Sehr starker und frühzeitiger Befall kann sogar zu partieller Taubährigkeit führen (PIRSON, 1960), während durch Septoria andererseits auch eine leichte Erhöhung der Kornzahl je Ähre erfolgen kann (BOCKMANN, 1963b; FEEKES und WIETEN, 1967), also eine Art Ausgleichsreaktion der Pflanze (vgl. auch Tab. 13).

Ursachen für Ertragseinbußen können nach HOPP (1957) auch Gewebebräunungen an den Ährenspindeln sein, "und zwar vornehmlich dort, wo die Ährchen ansetzen". An dieser Stelle könne die Zuleitung der Assimilate zum Korn verhindert werden.

Stark befallene Weizenflächen lassen sich deutlich an ihrer schmutzig-graubraun-violetten Färbung erkennen. Diese Bräunung soll nach HOPP (1957) und BOCKMANN (1958) nur entstehen, solange Chlorophyll vorhanden ist. Auch PIRSON (1960) schreibt, daß die Bräunung am stärksten bei früh infizierten Pflanzen eintritt, während Infektionen zu Beginn der Reife fast keine Symptome mehr erzeuge. PIRSON schließt auf eine "ontogenetisch sich verschiebende Ausbreitungsresistenz des Wirtes durch Verarmung an bestimmten Stoffen, die im Verlauf der Organreife abgebaut werden".

Eine deutliche Unterscheidung zwischen befallenem und unbefallenem Gewebe gelang auch in unseren Versuchen nur an grünem Gewebe. Sobald dieses vergilbte und dann abstarb, bleichten auch die vorhandenen schokoladenbraunen Flecke aus, so daß eine einwandfreie Bonitierung nicht mehr möglich war. Eigene Beobachtungen ergaben ferner, daß sich Pyknidien nur auf abgestorbenem Gewebe bildeten, also Gewebe, welches mit dem von reifen Weizenpflanzen vergleichbar wäre (vgl. auch BECKER, 1963).

Unter feuchten Bedingungen treten die von Schleim eingehüllten Sporen aus den Pyknidien aus und werden durch Regentropfen oder Wasserspritzer verbreitet (WEBER, 1922; BOCKMANN, 1932). Durch ihre Schleimhülle haften die Konidien nach ihrer Verbreitung leicht an der Pflanze, wo sie nach ihrer Keimung in das Mesophyll eindringen und sich interzellulär ausbreiten. In den substomatalen Hohlräumen bilden sich Hyphenaggregate, aus denen sich die Pyknidien entwickeln (WEBER, 1922).

HOPP (1957) und BECKER (1963) zeigten, daß Septoria die Blattscheide durchdringen und darunterliegende Pflanzenteile infizieren kann.

Die Inkubationszeit beträgt, eigenen Beobachtungen zufolge, je nach klimatischen Bedingungen 9 bis 14 Tage; an den Blättern waren die Symptome immer zwei bis drei Tage früher zu sehen als an den Spelzen. Nach BLOCK (1959) beträgt die Fruktifikationszeit rund 14 Tage, unter optimalen Bedingungen auch etwas weniger. Bei den vorliegenden Untersuchungen war diese Zeit-

spanne immer etwas größer. Der Kreislauf: Infektion - Myzel-
ausbreitung - Sporenbildung - Infektion wiederholt sich im
Laufe der Vegetationsperiode mehrfach.

Das Wachstumsminimum des Pilzes liegt nach BLOCK (1959) bei
5° C, das Optimum bei 20° C und das Maximum bei 25 bis 30° C.

Voraussetzungen für ein epidemisches Auftreten von S.nodorum
sind Wetterperioden mit häufigen Regenfällen und kühlen Tem-
peraturen im Frühsommer. Nach BECKER (1963) ist die Dauer der
Regenfälle wichtiger als deren Intensität. Außerdem sollen
Gebiete mit kalten Nächten besonders gefährdet sein, was wohl
auf stärkere Taubildung auf den Pflanzen zurückzuführen ist.
Wind wirkt nach BOCKMANN (1932) wegen seiner austrocknenden
Wirkung eher befallsmindernd. Seine indirekte Mitwirkung durch
Verbreitung sporenhaltiger Wassertropfen und Aneinanderschla-
gen regennasser Pflanzen scheint jedoch Voraussetzung für eine
rasche Verbreitung zu sein.

Die Übertragung von einem Jahr zum nächsten kann einmal über
das Saatgut (KIETREIBER, 1962), zum anderen in Myzel- und
Pyknidienform auf abgestorbenen Pflanzenresten erfolgen (WEBER,
1922; SCHAREN, 1966). HOPP (1957) fand, daß Pyknidien sowohl
den Winter überdauern als auch auf befallenen Strohresten und
Stoppeln neu gebildet werden können; Pyknidien an Blattschei-
den konnten von HOPP sogar mit der Öffnung nach innen beobach-
tet werden.

Nach MÜLLER (1952) tritt auf abgestorbenen Pflanzenteilen Ende
Dezember auch die Hauptfruchtform auf, deren Vorhandensein je-
doch weniger für die Weiterverbreitung als für die Rekombina-
tion des genetischen Materials von Wichtigkeit sein soll
(SCHMIEDEKNECHT, 1967).

Da wesentliche Ertragseinbußen durch S. nodorum nur in soge-
nannten "Befallsjahren" auftreten, lassen sich nur schwer All-
gemeinzahlen dafür anführen. Man findet in der Literatur An-
gaben über Ertragsrückgänge bis zu 50 % (WEBER, 1922; HOPP,
1957). ZWATZ (1966) rechnet in Befallsjahren mit Verlusten von
20 bis 30 %, während sich die Verluste im Durchschnitt aller

Jahre auf 2 bis 5 % belaufen sollen. Nach BOCKMANN (1965b) können die Ertragsverluste durch Kümmerkornbildung 30 % und mehr betragen. Im Gegensatz zu Körnern, welche durch F.culmorum geschädigt werden, entsteht hier keine Qualitätseinbuße. Da die Schädigung in erster Linie durch Verminderung der Assimilateinlagerung entsteht, also nur der Mehlkörper des Korns vermindert wird, steigt der Proteingehalt oft sogar noch an (BOCKMANN, 1964).

3. Fusarium culmorum (W.G. Smith) Sacc.

F. culmorum aus der Gruppe der Fungi imperfecti ist hauptsächlich als Erreger einer Getreidefußkrankheit bekannt (BALTZER, 1930; AINSWORTH und BISBY, 1961; HEWETT, 1967). Nur selten wird in diesem Zusammenhang von einer direkten Schädigung der Ähre gesprochen.

BALTZER (1930) berichtet, daß SCHAFFNIT bereits 1912 zwischen Primär- und Sekundärinfektion unterschied, wobei unter Primärinfektion der Befall des Halmfußes, unter Sekundärinfektion der nachfolgende Befall der Ähre verstanden wird. Die Ähreninfektion wird nicht nur für eine direkte Schädigung der Körner verantwortlich gemacht, sondern auch für die Saatgutübertragung, die dann wiederum zum Befall des Halmfußes führt. Als weitere Möglichkeit erwähnt BALTZER die Infektion vom Boden aus, in dem der Pilz schon vor der Aussaat vorhanden sein kann. Auch HEWETT (1967) mißt der bodenbürtigen Infektion große Bedeutung zu. Eigene Beobachtungen ergaben, daß der Pilz auf Halmknoten von Weizenstroh überwintern kann.

Sehr oft tritt F. culmorum vergesellschaftet mit anderen Arten der gleichen Gattung, wie F. nivale, F. graminearum und F. avenaceum, auf (DE TEMPE und LIMONARD, 1967). Die hervorgerufenen Krankheitssymptome ähneln sich mitunter sogar. Das Befallsbild von F. culmorum äußert sich bei Infektion der Ähren in einem Ausbleichen von Spelzen, Ährchen oder sogar ganzer Ährenpartien. Der Schaden entsteht nicht nur dadurch, daß das Myzel in das Korn eindringt und hier direkt schädigt (neben

der Verminderung der Assimilationsleistung der Spelzen), vielmehr wird auch die Ährchenbasis, oft schon frühzeitig, zerstört und damit die Assimilatleitung von der Ährenspindel her unterbrochen (BOCKMANN, 1964). Die Blätter werden von F. culmorum nicht befallen.

In neuerer Zeit hat BOCKMANN (1962 a,b; 1965b; 1967a,b), der die Krankheit als "partielle Taubährigkeit" bezeichnet, neben künstlichen Freilandinfektionen mit S. nodorum auch solche mit F. culmorum durchgeführt. BOCKMANN (1967a) konnte dabei feststellen, daß die durch F. culmorum hervorgerufenen Schäden größer waren als die durch S. nodorum hervorgerufenen. Der Grund, warum dieser Pilz als Erreger einer Ährenkrankheit bei natürlichem Befall im allgemeinen nicht so gefährlich ist, könnte darin gesucht werden, daß die Blätter nicht befallen werden und somit ein "Hochwandern" an der Pflanze über die Blätter zur Ähre wie bei Septoria weniger in Frage kommt.

FEEKES und WIETEN (1967) konnten 1955 bei Sortenversuchen im Nordostpolder einen Ertragsausfall durch Fusarium-Arten bei natürlichem Befall von 35 % bis über 50 % feststellen.

4. Cercospora herpotrichoides Fron

C. herpotrichoides gehört ebenfalls zur Gruppe der Fungi imperfecti und wird seit Anfang der 30-er Jahre in zunehmendem Maße als gefährlicher Getreidefußkrankheitserreger erwähnt (SCHAFF-NIT, 1933; MORITZ und BOCKMANN, 1933, OORT, 1936).

Auf Grund der Symptome hat C. herpotrichoides verschiedene landläufige Bezeichnungen, wie z.B. "Halmbruchkrankheit", "Lagerfußkrankheit" "parasitäre Getreidelagerung"; im englischen Sprachbereich "eyespot disease" und in Holland "oogvlekkenziekte".

Infektionen durch C. herpotrichoides sind bereits an jungen Weizenpflanzen möglich und können sich, geeignete Witterung vorausgesetzt, den ganzen Winter über bis zum Frühsommer hindurch fortsetzen. Zuerst zeigen sich auf Koleoptilen und Blattscheiden

kleine, braune Flecke, später dringt der Pilz durch die Blattscheide bis zum Halm vor und ruft hier die typischen Medaillon- oder Augenflecken hervor: länglich-ovale, hellbraune Flecke mit einer Aufhellungszone in der Mitte und einem dunkleren Rand als Demarkationszone. Im Herbst infizierte Pflanzen sterben durch zusätzliche Frosteinwirkung oft vorzeitig ab (BOCKMANN, 1963b; LANGE-DE LA CAMP, 1967).

Normalerweise wird das erste Internodium, seltener das zweite oder, bei tiefer Saat, auch der Halmteil zwischen Wurzel und erstem Knoten befallen. Die Ausbreitung im Halm selbst führt zu einer fortschreitenden Vermorschung des Halmgewebes, welche in ungünstigen Fällen dann zum Abknicken und Umfallen des Halmes führt. Im Gegensatz zur Lagerung durch Wind, Regen oder Überdüngung liegen die Halme nicht in einer Richtung, sondern wirr durcheinander. Oft findet man auf engem Raume sowohl stehende als auch umgefallene Halme.

Nach SCHAFFNIT (1933) durchdringen die Hyphen des Pilzes anscheinend ohne Hemmung den Sklerenchymring des Halmes und wachsen dann in das Innere desselben. Nach einiger Zeit lockert sich das Festigungsgewebe auf, im Sklerenchym bilden sich Spalten.

Als Infektionsquelle dienen in erster Linie befallene Strohreste, auf denen sich Sporen bilden, welche nach BOCKMANN (1951) und DIERCKS (1965a) hauptsächlich durch Regentropfen verspritzt werden sollen. LANGE-DE LA CAMP (1966a) ist der Meinung, daß Kontakt mit infiziertem Material auch dann zu Pilzbefall führen kann, wenn keine Sporen vorhanden sind. SCHEINPFLUG (1964) wies in Gefäßversuchen nach, daß eine Verbreitung im Boden auch dann möglich ist, wenn die Pflanze nicht mit dem Inokulum (verpilzte Strohstückchen) in Berührung kommt. Nach Meinung des Autors kann hier nur ein Transport der Konidien mit dem Gieß- bzw. Bodenwasser an die Pflanzen vorliegen. Ebenso erzielte SCHEINPFLUG Infektionen, wenn die Strohstückchen an der Bodenoberfläche lagen.

MACER (1961a) zeigte, daß Strohreste an der Bodenoberfläche unter Klee gras noch nach 79 Wochen in geringem Maße sporulierten, Stroh in verschiedenen Bodentiefen noch nach 156 Wochen. Der Autor ist der Meinung, daß C. herpotrichoides nur in geringem Maße zu einer saprophytischen Lebensweise befähigt ist (MACER, 1961b). Eine Verbreitung im Boden durch Myzelwachstum dürfte deshalb schlecht möglich sein, wohl aber ein Transport von Myzelstückchen, welche dann Infektionen hervorrufen können (LANGE-DE-LA CAMP, 1966a), oder ein solcher von Sporen (vgl. SCHEINPFLUG 1964).

Starke Sporulation und Masseninfektionen sind nach DIERCKS (1965a) unter süddeutschen Verhältnissen nur im Frühjahr zu erwarten. Günstige Voraussetzungen für die Sporenbildung und damit wohl auch für ein seuchenhaftes Auftreten findet der Erreger, je früher vor Abschluß der vegetativen Periode des Getreides wiederholt

- a) mehrere Tage lang wechselnde Temperaturen im Bereich von $+5^{\circ}\text{C}$ und $+15^{\circ}\text{C}$ herrschen und
- b) während dieser Zeit reichlich und kontinuierlich Niederschläge fallen (DIERCKS und OBST, 1968).

Auch LANGE-DE LA CAMP (1967) schreibt, daß die Infektionen um so sicherer zu schweren Krankheitserscheinungen führen, je früher und anhaltender mittlere Temperaturen von über 5°C verzeichnet werden.

Ertragsminderungen treten vor allem dann auf, wenn das Getreide lagert. In Extremfällen konnte LANGE-DE LA CAMP (1966b) Ertragsverluste von fast 50 % bei Weizen feststellen, während diese bei anderen Getreidearten niedriger lagen. Ebenso fand BOCKMANN (1963b) bei Weizen Verluste bis nahezu 50 %. Nach BOCKMANN entsteht der Schaden, neben den Lagerverlusten, durch Herabsetzung der Bestandesdichte, des Tausendkorngewichtes und/oder der Kornzahl je Ähre. Es kann durchaus vorkommen, daß einer oder sogar zwei dieser Faktoren leicht erhöht werden, zu einem vollen Ausgleich kommt es jedoch selten.

B. Material und allgemeine Methoden

I. Feldversuche

1. Versuchsflächen, klimatische Daten

Die Feldversuche wurden auf dem Versuchsfeld des Institutes für Phytopathologie der Universität Gießen angelegt, welches in einer seitlichen Ausbuchtung des Lahntales auf alluvialem Boden liegt. Nur einige Erhebungen bei natürlichem Septoria- und Cercosporiella-Befall wurden in der Umgebung von Gießen durchgeführt. Besondere Daten hierzu werden bei der Darstellung der entsprechenden Ergebnisse mit angeführt.

Durch einen Kaltluftstau ist das Versuchsfeldgelände besonders spätfrostgefährdet; es ist auf zwei Seiten durch dicht stehende Lindenalleen begrenzt, auf einer Seite durch Kiefernwald. Deshalb liegen die Werte für die mittlere Luftfeuchte höher, die der Durchschnittstemperatur niedriger als in der Umgebung. Die Vermutung liegt also nahe, daß pilzliche Getreidekrankheiten häufiger als normal auftreten. Die Gesamtniederschlagsmengen auf dem Gießener Versuchsfeld betrugen 1967 692,4 mm, 1968 703,9 mm.

2. Bodenbeschreibung, Vorfrucht, Düngung

Die Charakterisierung der Böden erfolgte nach der ATTERBERG-Methode anhand des Anteils abschlämmbarer Teilchen (NEHRING, 1960). Die Böden der Versuche aus dem Jahre 1967 können einheitlich als humusreicher Lehm mit einem relativ niedrigen pH-Wert bezeichnet werden. Die Bodenwerte der Versuchsflächen von 1968 dagegen müssen getrennt aufgeführt werden, obwohl sie von einem Feldstück stammen.

Der Boden Nr. 2 ist ein sehr humoser, lehmiger Sand, Nr. 3 kann als stark lehmiger Sand, ebenfalls sehr humos bezeichnet werden, während Nr. 4 bereits ein humusreicher, sandiger Lehm ist (vgl. Tab. 1, S. 13).

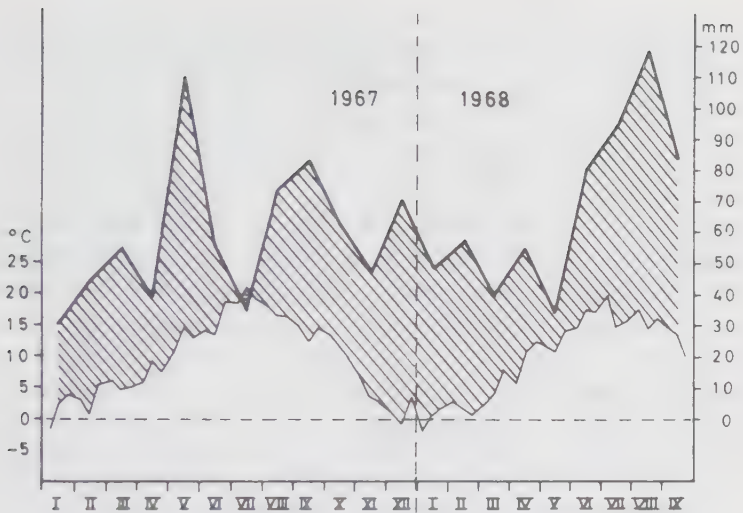


Abbildung 1: Klimagramm des Versuchsfeldes des Institutes für Phytopathologie in Gießen (nach WALTER, 1955).
 Dicke Linie: Monatsmittel der Niederschläge in mm;
 Dünne Linie: Dekadenmittel der mittleren Tages-
 temperatur.
 Schräg schraffiert: überwiegend feuchte Periode;
 Waagrecht schraffiert: überwiegend trockene Periode.

Als Vorfrucht hatten die Versuche in beiden Jahren Sommergerste.

Tabelle 1: Kennwerte der Versuchsböden

Nr.	Versuch	pH-Wert in 1n KCl	% org. Substanz	% abschl. Teilchen
1	alle Versuchsböden im Jahre 1967	5,75	6,67	31,0
2	Versuch Tab. 9, 1968	6,45	2,59	15,0
3	Versuch Tab. 6, 1968	6,50	3,27	19,0
4	Versuch Tab.18, 1968	6,35	5,32	24,0

Die Grunddüngung erfolgte 1967 in Form von Thomaskali ($10 \% P_2O_5$, $20 \% K_2O$); an Phosphorsäure wurden 70 kg/ha gegeben, an Kali 140 kg/ha . Ungefähr die gleichen Mengen wurden 1968 in Form von Thomasphosphat und 40% -igem Kali verabreicht.

Die Stickstoffdüngung erhielten alle Versuche zu Beginn der Bestockung (Stadium E, vergl. S. 15) in Form von Kalkammonsalpeter ($23 \% N$). 1967 wurden 80 kg/ha N , 1968 90 kg/ha N gegeben. Nur die zusätzlichen N-Gaben (bei Versuchen mit zwei N-Varianten) wurden später, zu Beginn des Schossens (Stadium H) in Form von Kalksalpeter ($15,5 \% N$) verabreicht.

3. Methoden

a. Anlage der Feldversuche

Die Anlage der Feldversuche erfolgte entweder mehrfaktoriell als Spaltanlage ("split plot", vgl. MUDRA, 1958) oder einfaktoriell mit zufälliger Verteilung der Varianten. Dafür wurden die Parzellen im April abgesteckt und dazwischen 40 cm breite Wege herausgefräst. Breitere Trennstreifen erwiesen sich als überflüssig, in keinem Falle konnte ein Übergreifen des Befalls künstlich infizierter Parzellen auf nicht infizierte Kontrollen festgestellt werden.

Die Parzellengröße der Versuche im Versuchsfeld betrug 1967 vier Quadratmeter ($2 \times 2 \text{ m}^2$), 1968 zehn Quadratmeter ($2,5 \times 4 \text{ m}^2$). Die Versuche des Jahres 1967 waren mehr als Vorversuche gedacht, ihre geringe Parzellengröße ist auf den Mangel an Infektionsmaterial zurückzuführen. Die Parzellen der Außenversuche (in der Umgebung von Gießen) hatten sämtlich eine Größe von 20 m^2 . Die Zahl der Wiederholungen betrug jeweils 4.

Zur Einsaat gelangte mit "Ceresan" gebeiztes Hochzuchtsaatgut. Die Weizensorten sind in den jeweiligen Tabellen angegeben.

b. Wachstumsstadien, Wuchshöhe, Bestandesdichte, Lagerung

Zur Darstellung der Wachstumsstadien dienen sowohl einfache Angaben (z.B. Wuchshöhe) als auch die Skala der Biologischen Bundesanstalt (Merkblatt 27), welche wiederum auf der Skala von KELLER und BAGGIOLINI (1954) basiert.

Die Bestandesdichte ergab sich automatisch bei den Befallserhebungen. Hierzu diente die Halmzahl von dreimal je 50 cm Drillspur an genau definierten Stellen der einzelnen Parzellen.

Die Wuchshöhe, also die Länge der Halme von der Bodenoberfläche bis zur Ährenspitze, wurde zur Zeit der Milchreife gemessen (Stadium S). Zu diesem Zeitpunkt waren die Ähren noch nicht geneigt, die Bestände aber ausgewachsen. Die Messungen erfolgten in jeder Parzelle an drei Stellen, diagonal verteilt; die erhaltenen Werte wurden dann gemittelt.

Das Ausmaß der Lagerung wurde geschätzt und in Prozent der gesamten Parzelle angegeben. Die Tabellenwerte beziehen sich auf die Zeit kurz vor der Ernte. Das genaue Datum ist in den entsprechenden Tabellen angegeben.

c. Ausbringung des CCC

Das CCC wurde bei Freilandversuchen grundsätzlich in Form des Handelsproduktes "Cycocel" angewendet (Wirkstoffgehalt ca. 45 %). Die Ausbringung erfolgte mit einer Hochdruckspritze (Holder, PS 6) mit Dralldüse, die Menge der Spritzbrühe betrug umgerechnet 1000 l/ha. Der Spritzdruck lag stets zwischen 3,5 und 2,0 atü. Zur besseren Benutzung wurde der Brühe ein Netzmittel zugesetzt (Citowett, BASF, 0,02 %). Die Wachstumsstadien, in denen die CCC-Behandlungen erfolgten, sind in den einzelnen Tabellen angegeben, ebenso die jeweiligen Aufwandmengen an Cycocel.

d. Ernte, Ertragsfeststellung

Alle Versuche wurden zur Zeit der Totreife geerntet. Nach dem Abmähen (Motormäher mit Getreideablageblech) wurde mit einem Parzellendrescher ("Rekord", Gebr. Wehrhahn) gedroschen und die Körner sofort gewogen. Je Parzelle wurde eine Körnerprobe für die Bestimmung der Feuchtigkeit und des Tausendkorngewichtes (TKG) entnommen. Die angegebenen Werte verstehen sich auf umgerechnet 14 % Feuchtigkeit.

e. Statistische Auswertung der Ergebnisse

Alle Versuche wurden varianzanalytisch ausgewertet. Der größere Teil aller statistischen Berechnungen wurde von der biometrischen Abteilung des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Gießen durchgeführt. Die Werte wurden auf Lochstreifen umgeschrieben und dann elektronisch verrechnet. Da die Gießener Rechenanlage kein Schaltschema für Spaltanlage hat, wurden alle Versuche wie Komplexversuche in Blockanlage behandelt. Dadurch werden die Grenzdifferenzen für die Einzelwerte um ein geringes größer, als sie bei Spaltanlage gewesen wären.

In einigen Fällen war es notwendig, Berechnungen mit Prozentwerten durchzuführen. Da die Häufigkeiten von Prozentwerten nicht immer einer Normalverteilung gleichen (welche ja Voraussetzung für die Varianzanalyse ist), besonders dann, wenn die 80 %-Grenze über- bzw. die 20 %-Grenze unterschritten wird, mußten solche Werte transformiert werden. In der vorliegenden Arbeit wurde, soweit notwendig, nach der Formel

$$\text{arc sin } \sqrt{\text{Prozent}}$$

in die Winkelgerade transformiert. Die Umrechnungswerte wurden einer Tabelle von MUDRA (1958) entnommen.

Bei den Ergebnissen werden die Grenzdifferenzen für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % und 1 % angegeben.

II. Gefäßversuche

1. Art der Gefäße, Füllung, Düngung

Als Gefäße dienten sogenannte Volk-Gefäße aus glasiertem Steingut. Die Füllung bestand aus einem Gemisch von zwei Teilen Flußsand, zwei Teilen Torf und elf Teilen Komposterde mit relativ hohem Sandanteil. Zur Gewährleistung einer guten Wasserführung wurde der Boden eines jeden Gefäßes mit rund 500 g Polystyrol, Korngröße 2 - 3 mm, bedeckt. In diese Polystyrolschicht ragten die beiden seitlichen Gießröhren des Gefäßes hinein. Im Jahre 1967 wurde mit 6-Liter-Gefäßen gearbeitet (mit einer Oberfläche von rund 250 cm^2), 1968 mit 9-Liter-Gefäßen (rund 400 cm^2 Oberfläche).

Die Düngung erfolgte bereits beim Mischen der Erde mit Volldünger (Nitrophoska blau, 12:12:20) und Kalkammonsalpeter (23 % N). Pro 6-Liter-Gefäß wurden 1 g N, 0,7 g P_2O_5 und 1 g K_2O verabreicht, die Variante mit gesteigerter N-Gabe erhielt zu Beginn des Schossens (Stadium H) weitere 0,5 g N in Form einer Calciumnitratlösung. Pro 9-Liter-Gefäß wurden 1,3 g N, 0,9 g P_2O_5 und 1,3 g K_2O verabreicht. Das Nährstoffverhältnis betrug, ohne Berücksichtigung der Versuchsglieder mit erhöhter N-Düngung, 1 : 0,7 : 1 (N : P_2O_5 : K_2O).

2. Einsaat, Entwicklung

Die Einsaat erfolgte mit ungebeiztem Hochzuchtsaatgut der Sommerweizensorte "Opal" bzw. der Winterweizensorte "Jubilar". Die Körner wurden nach dem Auslegen mit einer 1 cm hohen Erdschicht bedeckt. Pro Gefäß wurden 28 (6-Liter-Gefäße) bzw. 33 Körner ausgelegt (9-Liter-Gefäße). Während der Bestockung wurde auf eine einheitliche Pflanzenzahl ausgedünnt.

Obwohl die Aussaat des Winterweizens schon Mitte November erfolgte, kamen die Pflanzen bis zum Einsetzen niedrigerer Temperaturen nur knapp in das Zwei-Blattstadium. Während des Winters standen die rundum mit Stroh verpackten Gefäße in einem seitlich offenen Gewächshaus. Durch zwei strenge Frostnächte

mit Temperaturminima von -16°C bis -18°C (am 12. und 13. Jan. 1968) entstand ein Ausfall von ungefähr 20 Prozent der Pflanzen. Von Mitte März ab standen die Gefäße auf Wagen im Drahthaus einer Vegetationshalle.

3. Behandlung mit CCC

Die CCC-Behandlung erfolgte durch Versprühen von Cycocel-Lösung mit einem Handzerstäuber unter Zuhilfenahme von komprimiertem Stickstoff zur Druckerzeugung. Pro Gefäß wurden 10 ml Wirkstofflösung appliziert.

Die CCC-Gaben je Gefäß wurden, um einen Vergleich mit den Freilandversuchen zu ermöglichen, von den entsprechenden Hektar-Werten auf die jeweilige Gefäßoberfläche umgerechnet (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Vergleich der CCC-Aufwendungen in Feld- und Gefäßversuchen

CCC-Aufwand im Feldversuch		CCC-Aufwand je Gefäß		Gefäßvolumen und Oberfläche	
l/ha Cycocel	kg/ha CCC	ml/Gef. Cycocel	mg CCC	l	cm ²
1,5	0,690	3,75	1,73	6	250
2,2	1,012	8,80	4,05	9	400
3,0	1,380	7,50	3,45	6	250

Es hat sich gezeigt, daß diese Gaben in Gefäßversuchen zu gering sind, um eine optimale Wirkung zu erzielen. Nach BARBIER und MAYR (1966) sollten "als Grenzwert für eine noch sehr effektvolle Wirkung" auf 6 l Erde mindestens 30 mg CCC gegeben werden, das wären umgerechnet rund 11 kg reines CCC. Allerdings gilt dies für eine Anwendung bei Einmischung in den Boden, wobei das CCC weniger wirksam ist als bei Blattspritzung (JUNG 1964).

Die Werte für die Halmlängen zeigen, daß tatsächlich nur eine mäßige CCC-Wirkung vorliegt, die Halmverkürzung ist geringer als im Feldversuch. In Tabelle 3 ist die relative Halmverkürzung durch CCC in Prozent in Feld- bzw. Gefäßversuchen im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollen (ohne CCC) wiedergegeben:

Tabelle 3: Vergleich der relativen Halmverkürzung durch CCC in Prozent in Feld- und Gefäßversuchen

Cycocel l/ha	Feldversuche		Gefäßversuche	
	SW."Opal"	WW."Jubilar"	SW."Opal"	WW."Jubilar"
1,5	18 (1967)	16 (1968)	7 (1967)	-
2,2	-	18 (1968)	15 (1968)	7 (1968)
3,0	22 (1967)	20 (1968)	11 (1967)	-

4. Ertragsauswertung, Wuchshöhe

Die Auswertung erfolgte ähnlich wie bei den Feldversuchen. Als eine Wiederholung gilt der Durchschnittswert eines Gefäßes, also beispielsweise die Summe der Befallszahlen aller Ähren geteilt durch die Anzahl Ähren je Gefäß. Jedes Versuchsglied umfaßte 5 Wiederholungen.

Die Wuchshöhe wurde je Gefäß nur einmal, kurz vor der Ernte, bestimmt und die Meßwerte gemittelt.

III. In vitro-Versuche

Um festzustellen, ob CCC direkt toxisch auf die in dieser Arbeit untersuchten Pilze wirkt, wurde sein Einfluß auf das Myzelwachstum auf festem Nährboden und in Nährlösung sowie auf die Keimung von Konidien gemessen.

1. Prüfung des Myzelwachstums

a. Auf festem Nährboden

Das Myzelwachstum wurde auf Czapek-Dox-Agar (MÜLLER und MELCHINGER, 1964) geprüft.

In einer ersten Versuchsserie wurde kristallines CCC (mit einem Wirkstoffgehalt von mindestens 98 %) zusammen mit dem Nährboden autoklaviert. Es ist bekannt, daß CCC über 200° C schon hitzebeständig ist (BOHRING, 1965).

Zur Sicherheit wurde in einer zweiten Versuchsserie der Wirkstoff vor dem Beimischen in destilliertem Wasser gelöst, durch ein Membranfiltergerät (Membranfilter Göttingen, Modell MD 70-33, mit Zellulosefilter Sartorius 11009, früher MF 14) steril filtriert und dem bereits autoklavierten Medium bei rund 50° C zugegeben.

In einer dritten Versuchsserie verwendeten wir statt des reinen Wirkstoffs das Handelspräparat "Cycocel", das in gleicher Weise steril filtriert und dem Nährboden erst bei rund 50° C zugegeben wurde.

Jede Petrischale erhielt 20 ml Nährboden. Zur Beimpfung dienten Myzelstückchen, welche mit einem Korkbohrer (6 mm Durchmesser) aus jungen Pilzkulturen (ebenfalls auf Czapek-Dox-Agar) gestochen wurden. Die Kulturen standen bei einer Temperatur von 22°C $\pm$ 2°C im Dunkeln. Das Myzelwachstum wurde in 24- bzw. 48-stündigem Abstand bestimmt, je nach Wachstumsgeschwindigkeit des Pilzes. Gemessen wurde vom Rand des Impfstückes bis zum eigentlichen Myzelrand, vier Mal je Petrischale in Winkelabständen von 90°. Auf jedes Versuchsglied entfielen fünf Wiederholungen.

b. In Nährlösung

Die Versuche wurden in 100 ml-Erlenmeyerkolben mit je 40 ml Czapek-Dox-Nährlösung durchgeführt. Der reine Wirkstoff wurde kalt sterilisiert und erst der bereits autoklavierten Nährlösung zugesetzt. Die Beimpfung erfolgte mit jeweils einem Myzelstückchen. Da in der beschriebenen Czapek-Dox-Nährlösung S. nodorum und C. herpotrichoides kein ausreichendes Wachstum zeigten, wurde der Nährlösung anstatt Glukose 20 g/l Maltzin (Diamalt AG, München 13) zugesetzt. Das entspricht ungefähr der gleichen Menge an leichtlöslichen Kohlehydraten.

Die Auswertung wurde vorgenommen, wenn die Nährlösung bei den am weitesten entwickelten Versuchsgliedern größtenteils bewachsen war. Dem Augenschein nach wächst das Myzel unter dem Einfluß von CCC jedoch kompakter als bei Fehlen des Wirkstoffs. Nach Abfiltrieren der Kulturen über zuvor getrocknetes, gewogenes Filterpapier (Schleicher und Schüll Nr. 250a) wurde dieses erneut bei 105° C getrocknet und nochmals gewogen. Das Gewicht des Filterpapiers wurde dann vom Wägewert abgezogen.

Die Dauer der Versuche ist in den einzelnen Tabellen angegeben. Die Tabellenwerte stellen die Mittelwerte aus sechs Wiederholungen dar. Die Kulturen standen im Dunkeln bei 22° C $\pm$ 2° C und wurden während der Versuchsdauer nicht bewegt; wir achteten darauf, daß die Myzelstückchen nicht untergingen.

2. Prüfung der Sporenkeimung

Neben dem Myzelwachstum auf festem und in flüssigem Nährmedium wurde auch die Sporenkeimung in Lösungen mit verschieden hohem Wirkstoffanteil (reines CCC) untersucht. Hier interessierten sowohl der Anteil gekeimter Sporen als auch die Länge der Keimschläuche.

Die Gewinnung der Sporensuspension erfolgte auf die gleiche Weise wie die der Suspensionen für die Infektionen in den Feld- und Gefäßversuchen. Die Sporenzahl wurde auf 500 000 je ml eingestellt; als Suspensionsmittel diente destilliertes Wasser bzw. die Wirkstofflösungen in den angegebenen Konzentrationen.

Normale Objektträger wurden nach gründlichem Reinigen mit je vier Paraffinringen (12 mm innerer Durchmesser) versehen, in welche je ein Tropfen der Sporensuspension pipettiert wurde. Die Keimung erfolgte in einer feuchten Kammer bei Zimmertemperatur im Dunkeln (vgl. entspr. Tabellen). Die Dauer der Keimung richtete sich nach einer bestimmten Länge der Keimschläuche, bei welcher eine einwandfreie Messung möglich war. Zum Abstoppen der Keimung diente ein Formalin-Eisessig-Gemisch (10 % Formalin, 10 % Eisessig und 80 % Äthanol). Je Paraffinring wurden hundert Sporen ausgezählt und zehn Keim-

schläuche gemessen. Jedes Versuchsglied lief mit vier Wiederholungen.

Da die Konidien von F. culmorum und C. herpotrichoides in destilliertem Wasser sehr ungleichmäßig und in zu geringem Maße keimten, mußten den Sporensuspensionen 0,1 % Saccharose zugesetzt werden. Ohne Saccarose lag der Anteil gekeimter Sporen oft unter 40 %.

C. Versuche mit Septoria nodorum

I. Spezielle Methoden

Das Infektionsmaterial für die Versuche 1967 stammte von Dr. Bockmann, Kiel. Es handelte sich um verpilzte Weizenkörner, von denen sich nach vorherigem Einweichen reichlich Sporen abspülen ließen.

Für die Infektionen im Jahre 1968 wurde ein Gemisch verschiedener Septoria-Isolate vom Gießener Versuchsfeld verwendet; die Isolate wurden zur Sporengewinnung von Biomalz-Pepton-Agar (2 - 0,5 - 2 %) auf sterilisierte Weizenkörner übergeimpft.

In Anlehnung an ein von BOCKMANN (1962a) beschriebenes Verfahren wurden dafür Weizenkörner und Wasser in Roux-Flaschen (pro Flasche 500 g Weizenkörner und 500 ml Wasser) an drei aufeinanderfolgenden Tagen autoklaviert (jeweils 30 Minuten bei 1 atü) und dann mit den Isolaten beimpft. Nach 14 Tagen waren die Weizenkörner bei Zimmertemperatur von Myzel gut bewachsen; die Flaschen kamen dann in einen Kühlraum (4° C, dunkel), wo sie drei bis vier Monate lang aufbewahrt wurden. Es bildeten sich dann auf den Körnern Pyknidien, welche reichlich Sporen enthielten.

Die verschiedenen Isolate verhielten sich in bezug auf die Konidienbildung sehr unterschiedlich; das betrifft sowohl die Zeit bis zum Erscheinen der Pyknidien als auch die Zahl derselben. Ähnliche Beobachtungen machte auch BRÖNNIMANN (1968). Einige der von uns verwendeten Isolate bildeten überhaupt keine Pyknidien, ebenso büßten einige ältere Stämme nach mehrfacher Passage über künstliche Nährböden ihr Sporulationsvermögen völlig ein.

Am Tag der Infektion wurden die verpilzten Weizenkörner in destilliertem Wasser eingeweicht. Nach zwei bis drei Stunden waren die Sporen aus den Pyknidien in die umgebende Flüssigkeit ausgetreten. Anschließend wurden die Körner abgesiebt und die Sporensuspension mit Hilfe eines Hämacytometers (Zählkam-

mer nach THOMA) auf die gewünschte Dichte eingestellt. Allgemein wurde mit einer Dichte von rund 10^6 Sporen im ml gearbeitet. Nach BRÖNNIMANN (1968) ist das die untere Grenze, bei der mit einiger Sicherheit eine ausreichend hohe Befallsrate erreicht wird. Eigene Beobachtungen bestätigen dies.

In den Feldversuchen wurden die Sporensuspensionen - ähnlich wie die Cycocel-Lösungen - mit einer Hochdruckspritze ausgebracht, nur war hier der Druck geringer (max. 2,5 atü). Die Aufwandmenge betrug umgerechnet 1000 l/ha. Die Infektionen erfolgten abends, um die Taubildung der Nachtauszunutzen. Auch hier wurde ein Netzmittel (Citowett, BASF, 0,02 %) zugesetzt, dessen Unschädlichkeit für die Sporenkeimung vorher geprüft worden war.

Im Gefäßversuch erfolgte die Ausbringung mit Handzerstäuber und komprimiertem Stickstoff bei niedrigem Druck (unter 1 atü). Pro Gefäß wurden 20 ml Sporensuspension ausgebracht. Um ein allzu rasches Eintrocknen zu verhindern, wurden die Infektionen abends durchgeführt und jedes Gefäß über Nacht mit einer Plastikhaube abgedeckt. Die Gefäße blieben über Nacht in einer ungeheizten Vegetationshalle stehen und kamen erst am Morgen wieder ins Freie, nachdem die Hauben abgenommen worden waren. Die Temperatur sank zu beiden Infektionsterminen von 18°C zum Infektionszeitpunkt bis auf $11,5^{\circ}\text{C}$ (zwischen 5 Uhr und 6.30 Uhr) ab und stieg erst dann wieder an.

Die Kontrollgefäße (ohne Infektion) wurden mit je 20 ml destilliertem Wasser besprüht und ebenfalls über Nacht mit Hauben abgedeckt.

Die Wachstumsstadien, in denen die Weizenpflanzen infiziert wurden, sind in den jeweiligen Tabellen angegeben. Speziell zur Infektion nach dem Ährenschieben ist anzumerken: Im Jahre 1967 wurde nach dem Ährenschieben zweimal infiziert - einmal zu Beginn und einmal vor Beendigung des Ährenschiebens, im Abstand von sechs Tagen. Dies geschah im wesentlichen, um alle Ähren mit Sporensuspension zu treffen, zumal die Versuchsglieder mit hohen Cycocel-Aufwandmengen (3 l/ha) eine Verzögerung des Ährenschiebens von zwei bis drei Tagen zeigten. Außerdem sollte ein sicherer Infektionserfolg erzielt werden.

In anderen Versuchen zeigte sich jedoch, daß eine einmalige Infektion mit 10^6 Sporen pro ml ausreichte, um einen massiven Befall zu erzielen. 1968 wurde deshalb nur einmal infiziert. Da auch in diesem Jahr bei den CCC-Varianten eine ähnliche Verzögerung des Ährenschiebens wie 1967 zu beobachten war, wurde erst infiziert, als bei diesen alle Ähren geschoben hatten. Die nicht mit CCC behandelten Pflanzen zeigten zu diesem Zeitpunkt bereits 4 bis 6 cm freien Halm. Interessanterweise bräunten sich diese zum Infektionszeitpunkt freien Halmteile durch den Pilzbefall. Sie zeigten ein helleres Kakaobraun und konnten als Indikator dafür benutzt werden, wie weit die Ähren zum Infektionszeitpunkt schon geschoben hatten.

Zur Ermittlung des Befalls wurden die Pflanzen von jeweils 50 cm Drillspur von drei genau definierten, diagonal über die Parzelle verteilten Stellen bonitiert. Als Grundlage dazu diente ein Befallsschema ähnlich dem von BRÖNNIMANN (1968). Die Werte gelten sowohl für Ähren als auch für Blattspreiten:

0 =	kein Befall			
1 =	bis 5 % der Fläche verbräunt			
2 =	5 - 10 %	"	"	"
3 =	10 - 25 %	"	"	"
4 =	25 - 50 %	"	"	"
5 =	50 - 100 %	"	"	"

Auf eine weitere Unterteilung im unteren Bereich wurde verzichtet, weil bei allen Versuchen leichter Befall mit Mehltau (Erysiphe graminis) und Braunrost (Puccinia recondita) zu beobachten war, der jedoch in keinem Falle die 5 %-Grenze überschritt. Hier wäre eine eindeutige Differenzierung unmöglich gewesen.

Im Gegensatz zum Befallsschema von BRÖNNIMANN wurde im obigen Schema nicht das Bild einer bestimmten Befallsstufe - etwa 10 % - sondern ein Befallsbereich zugrundegelegt. Dadurch wird die Genauigkeit der Bonitierung erhöht. In den Tabellen sind die Mittelwerte von jeweils vier Parzellen je Versuchsglied wiedergegeben.

Diese Art der Befallsbewertung gilt uneingeschränkt jedoch nur für die Versuchsglieder, welche nach dem Ährenschieben infiziert wurden. In den Versuchsgliedern mit Infektion vor dem Ährenschieben erfolgte die Bonitierung der Blätter in der gleichen Weise. Für die Ähren jedoch wurde hier einmal der prozentuale Anteil infizierter Ähren an der Gesamtzahl ermittelt; pro Parzelle wurden dreimal 40, also 120 Ähren berücksichtigt. Zum anderen ermittelten wir den Befallsgrad, in diesem Falle aber nur von infizierten Ähren, also von Ähren, die sichtbaren Befall aufwiesen. Bei den nach dem Ährenschieben infizierten Gruppen dagegen wurden alle Ähren berücksichtigt, auch solche, welche keinen Befall zeigten.

Die Zahl der auf den Spelzen gebildeten Sporen sollte weiteren Aufschluß darüber geben, wie sich die verschiedenen CCC-Behandlungen auf den Befall durch S. nodorum und F. culmorum auswirken. Beim Drusch wurden an der Dreschmaschine je Parzelle je 3 g Spelzen entnommen und ungefähr zwei Wochen lang in einem Kühlraum bei +4° C aufbewahrt. Zur Feststellung der Sporenzahl wurden sie dann in 300 ml-Erlenmeyerkolben mit je 100 ml destilliertem Wasser über Nacht eingeweicht und nach gründlichem Schütteln der Kolben in der Zählkammer nach THOMA ausgezählt. Entsprechend erfolgte die Sporenauszählung im Gefäßversuch.

2. Ergebnisse der Feldversuche

Um den Einfluß von CCC auf die durch S. nodorum hervorgerufene Blatt- und Ährenkrankheit zu prüfen, wurden Versuche durchgeführt, in denen folgende Faktoren variiert wurden:

1. Der CCC-Aufwand je Flächeneinheit,
2. der Anwendungszeitpunkt für CCC,
3. die Stickstoffmenge und
4. der Infektionstermin.

a. Feldversuche 1967

Die Tabellen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse von zwei Versuchen aus dem Jahre 1967, in welchen Sommerweizen der Sorte "Opal"

Tabelle 4: Infektion von Sommerweizen "Opal" mit Septoria nodorum; Feldversuch 1967.
 Infektion nach dem Ährenschieben
 1,5 bzw. 3 l/ha Cycocel bei 25 cm Wuchshöhe
 80 bzw. 120 kg/ha N

Behandlung Cycocel l/ha	Stickstoff kg/ha	Wuchs- höhe cm	Halm- zahl auf 1,5 m Drillspur	TKG g	Sporen auf 3 g Spelzen (x 10 ⁶)	Befall des obersten Blattes am 17.7. 24.7.	Befall der Ähren am 15.7. 21.7. 26.7.
0	80	113,8	128	33,3	59	0,9 3,2	1,90 2,70 3,60
1,5	80	95,0	127	31,6	49	1,6 3,9	2,00 2,75 3,50
3,0	80	89,9	133	31,9	59	1,5 4,0	2,15 2,80 3,60
0	120	115,0	115	32,2	44	0,6 3,0	1,90 2,60 3,40
1,5	120	99,8	134	28,8	66	1,6 3,6	2,10 2,80 3,55
3,0	120	92,5	131	32,2	80	1,4 3,7	2,10 2,70 3,50
GD 5%		4,5	23	2,4	24	0,4 0,3	0,40 0,14 0,18
GD 1%		6,2	32	3,3	38	0,6 0,4	0,55 0,20 0,25

Tabelle 5: Infektion von Sommerweizen "Opal" mit Septoria nodorum; Feldversuch 1961.
 Infektion nach dem Ährenschieben
 1,5 bzw. 3 l/ha Cycocel
 Spritzung bei 15, 25 bzw. 40 cm Wuchshöhe

Cycocel l/ha	bei Wuchshöhe cm	Wuchs- höhe cm	Halmzahl auf 1,5 m Drillspur	TKG g	Sporen auf 3 g Spelzen (x 100)	Befall des obersten Blattes am 17.7.	24.7.	Befall der Ähren am 15.7.	21.7.	26.7.
ohne Cycocel		116,8	140	37,0	25	0,1	3,1	2,05	2,95	3,60
1,5	15	105,3	128	38,0	39	0,6	3,5	2,10	3,00	3,60
3,0	15	100,0	137	37,4	40	0,6	3,5	2,20	3,15	3,70
1,5	25	94,0	120	39,4	49	0,6	3,7	2,15	3,15	3,70
3,0	25	89,3	136	39,3	43	0,9	3,9	2,20	3,20	3,70
1,5	35	89,0	144	39,2	31	1,1	4,0	2,30	3,20	3,90
3,0	35	85,0	153	38,2	47	1,0	4,0	2,30	3,20	3,90
GD _{5%}		5,7	23	3,4	19	0,4	0,4	0,09	0,14	0,12
GD _{1%}		7,8	31	4,6	26	0,6	0,6	0,13	0,20	0,16

mit S. nodorum infiziert wurde. Wie schon erwähnt, handelte es sich um Orientierungsversuche. Da die Parzellengröße lediglich vier Quadratmeter betrug, wurde auf eine Ertragsfeststellung verzichtet. Als sicheres Kriterium sollte das TKG angesehen werden. - Beide Versuche können gemeinsam besprochen werden.

Die Infektion erfolgte nur nach dem Ährenschieben, jedoch im Gegensatz zu 1968, zweimal im Abstand von 6 Tagen. Es wurde sowohl die Aufwandmenge an CCC (1,5 und 3 l/ha Cycocel) als auch der Anwendungszeitpunkt (bei 15, 25 und 35 cm Wuchshöhe) variiert. Ferner wurde mit zwei Stickstoff-Aufwandmengen gearbeitet, 80 und 120 kg/ha N.

Allgemein liegen die Befallszahlen (trotz der massiveren Infektion) niedriger als im Jahre 1968. Bei den CCC-Varianten lassen sich gegenüber den Kontrollen zwar geringfügig höhere Befallswerte erkennen; betrachtet man jedoch das TKG, so haben weder die Steigerung des CCC-Aufwandes noch die spätere Ausbringung des Mittels einen deutlichen Effekt. Auch die Versuchsglieder mit erhöhter N-Aufwandmenge zeigen keine eindeutige Befallsveränderung gegenüber denen mit geringer N-Gabe. Ebenso gibt die Zahl der Sporen je 3 g Spelzen keinen Aufschluß über Befallsunterschiede zwischen den Behandlungen.

Die Ursachen dieser geringeren Befallswirkung gegenüber 1968 liegen wahrscheinlich in den unterschiedlichen Witterungsverhältnissen der beiden Versuchsjahre (vgl. Abb. 1).

b. Feldversuche 1968

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse eines Versuches, in welchem die Wirkung einer gesteigerten CCC-Aufwandmenge bei gestaffelten Infektionsterminen untersucht wurde. Die CCC-Aufwandmengen betrugen 1,5 und 3 l/ha Cycocel, die Infektion erfolgte unmittelbar nach dem Ährenschieben (31.5. und 16.6.). Außerdem wurde mit zwei N-Aufwandmengen gearbeitet, 90 und 120 kg/ha N.

Durch die erhöhte N-Gabe wird in diesem Versuch der Ertrag durchweg gesenkt. Die möglichen Ursachen werden in der Diskussion besprochen. Diese Ertragsminderung ist nicht auf erhöhten Septoria-Befall zurückzuführen, zumal sie auch bei den nicht infizierten Varianten zu beobachten ist, unabhängig von der CCC-Behandlung (vgl. Tab. 6). Obwohl die Befallszahlen bei gesteigertem N-Aufwand oft etwas ansteigen, drückt sich dies in keinem Falle in einer relativ höheren Ertragssenkung durch Septoria-Befall aus.

Die Durchschnittswerte (Tab. 7) zeigen, daß die bei 120 kg/ha N etwas gesteigerte Bestandesdichte nicht ausreicht, um den Ertragsabfall auszugleichen. Während bei 120 kg/ha N das TKG durchschnittlich um rund 6 % gesenkt wird, beträgt die Senkung des Ertrages rund 7 %. Da die Bestandesdichte leicht erhöht ist, muß also als dritter ertragsbildender Faktor die Kornzahl je Ähre durch die erhöhte N-Gabe negativ beeinflußt worden sein. Die Kornzahl je Ähre wurde in den Feldversuchen nicht bestimmt.

Generell kann gesagt werden - das gilt auch für andere in dieser Arbeit dargestellte Versuchsergebnisse - daß sich eine künstliche Infektion mit S. nodorum nur dann in stärkerem Maße auf Ertrag und TKG auswirkt, wenn sie auf die bereits gescho-bene Ähre erfolgt. Dies bestätigt Befunde von BRÖNNIMANN (1968). Ebenso ist bereits bekannt, daß sich höherer CCC-Aufwand bei künstlich infiziertem Weizen stärker ertragsmindernd auswirkt als die niedrigere Menge (OBST, 1968). Dies drückt sich hier sowohl in einem gesteigerten Befallsgrad als auch in gesenktem Ertrag und TKG aus (Tab. 6).

Tabelle 6: Infektion von Winterweizen "Jubilar" mit Septoria nodorum; Feldversuch 1968
1,5 bzw. 3 l/ha Cycocel bei 20 cm Wuchshöhe
Infektion vor bzw. nach dem Ährenschieben (am 31.5. und 16.6.)

Infek- tion am	Cyco- cel l/ha	Wuchs- höhe cm	Er- trag dz/ha	TKG g	Sporen auf 3 g Spelzen (x 10 ⁶)	Befall des obersten Blattes am		Befall der Ähren am					trans- formiert	Lager am
						2.7.	18.7.	1.7.	8.7.	20.7.	Befall in % 20.7.	20.7.	20.7.	2.8.
<u>a. 90 kg/ha Stickstoff</u>														
-	0	125,0	55,56	41,2	40,5	1,00	3,51	0	0	1,00	6,5	14,7	49,0	
-	1,5	103,5	55,80	39,8	41,8	1,00	3,37	0	0	1,02	14,3	22,2	5,0	
-	3,0	99,9	56,00	42,1	20,7	1,00	3,86	0	0	1,04	11,0	19,4	0	
31.5.	0	123,1	51,63	41,8	43,5	1,00	4,98	0	0	1,35	60,5	51,1	24,5	
31.5.	1,5	101,5	51,24	38,2	62,0	1,00	4,70	0	0	1,93	90,8	72,3	0	
31.5.	3,0	97,2	50,27	36,8	73,0	1,00	4,46	0	0	1,94	92,8	74,4	0	
16.6.	0	122,9	45,27	36,0	73,3	1,27	5,45	2,63	3,35	4,20	100,0	-	1,0	
16.6.	1,5	102,5	39,88	31,8	75,2	1,58	5,80	2,86	3,60	4,61	100,0	-	0	
16.6.	3,0	96,3	37,17	30,3	73,8	1,64	5,89	2,83	3,61	4,69	100,0	-	0	
<u>b. 120 kg/ha Stickstoff</u>														
-	0	124,1	50,06	40,4	32,5	1,00	3,49	0	0	1,23	12,2	20,4	76,5	
-	1,5	105,2	52,18	36,8	52,3	1,00	3,33	0	0	1,37	15,5	23,2	0	
-	3,0	100,6	55,00	40,3	49,5	1,00	3,61	0	0	1,15	14,0	22,0	0	
31.5.	0	123,8	47,65	37,6	78,0	1,00	4,54	0	0	1,71	81,8	64,8	75,5	
31.5.	1,5	105,1	48,16	35,4	69,0	1,00	5,04	0	0	2,08	95,3	77,5	0	
31.5.	3,0	98,4	45,56	34,5	104,5	1,00	4,83	0	0	2,24	95,5	77,8	0	
16.6.	0	122,9	40,17	33,1	96,8	1,36	5,85	2,72	3,54	4,40	100,0	-	9,0	
16.6.	1,5	105,9	36,51	29,7	95,3	1,48	5,68	2,86	3,73	4,59	100,0	-	0	
16.6.	3,0	101,3	34,71	28,9	89,5	1,69	5,77	3,03	3,87	4,75	100,0	-	0	
GD _{5%}		17,9	3,74	2,2	24,5	0,27	0,54	0,27	0,19	0,19	-	9,4	-	
GD _{1%}		23,9	4,98	3,0	32,7	0,37	0,72	0,37	0,26	0,26	-	12,5	-	

Tabelle 7: Durchschnittswerte der in Tabelle 6 wiedergegebenen Einzelergebnisse zu Wuchshöhe, Ertrag, TKG und Halmzahl

Behandlung	Wuchshöhe cm	Ertrag dz/ha	TKG g	Halmzahl auf 1,5 m Drillspur
<u>a.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit Staffelung der Cycocel-Aufwandmenge				
ohne CCC	123,6	48,39	38,3	116
1,5 l/ha Cycocel	104,0	47,29	35,4	112
3 l/ha Cycocel	99,0	46,45	35,5	112
GD _{5%}	7,3	2,2	1,3	14
GD _{1%}	9,8	2,9	1,7	19
<u>b.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit Staffelung der Stickstoff-Aufwandmenge				
90 kg/ha N	108,0	49,20	37,5	110
120 kg/ha N	109,7	45,55	35,2	118
GD _{5%}	6,0	1,8	1,1	12
GD _{1%}	8,0	2,4	1,4	16
<u>c.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit unterschiedlichen Infektionsterminen				
ohne Inf.	109,7	54,10	40,1	
Infektion am 31.5.	108,2	49,09	37,3	
Infektion am 16.6.	108,6	38,95	31,6	
GD _{5%}	7,3	2,2	1,3	
GD _{1%}	9,8	2,9	1,7	

CCC hat - bei den nicht infizierten Versuchsgliedern - im Gegensatz zum Versuch auf Tabelle 9 keinen deutlichen Einfluß auf Ertrag und TKG (abgesehen vom TKG der 1,5 l/ha Cycocel-Variante (36,8) bei 120 kg/ha N; dieser Wert kann, trotz Sicherung, auf Zufall beruhen). Fast alle infizierten Varianten zeigen jedoch eine Zunahme des sichtbaren Befalls von Blättern und Ähren durch CCC-Anwendung. In den meisten Fällen wirkte sich die höhere CCC-Menge befallssteigernd aus. Dies spiegelt sich auch in zusätzlich gesenkten Ertrags- und TKG-Werten wider. Als Beispiel sollen die Relativwerte für das TKG angeführt werden:

Tabelle 8: Wechselwirkung von CCC-Behandlung und Septoria-Infektion auf das TKG von Winterweizen "Jubilär" (Relativwerte in Klammern)

Behandlung	ohne Cycocel	1,5 l/ha Cycocel	3 l/ha Cycocel
<u>a.</u> 90 kg/ha N			
ohne Infektion	41,2 (100)	39,8 (100)	42,1 (100)
Inf. am 31.5.	41,8 (102)	38,2 (96)	36,8 (87)
Inf. am 16.6.	36,0 (87)	31,8 (80)	30,3 (72)
<u>b.</u> 120 kg/ha N			
ohne Infektion	40,4 (100)	36,8 (100)	40,3 (100)
Inf. am 31.5.	37,6 (93)	35,4 (96)	34,5 (86)
Inf. am 16.6.	33,1 (82)	29,7 (81)	28,9 (72)

Tabelle 8 zeigt, daß die Absolutwerte bei 120 kg/ha N niedriger liegen als bei 90 kg/ha N. Die relative Senkung des TKG durch Septoria-Befall und zusätzliche CCC-Behandlung wird jedoch bei 120 kg/ha nicht verstärkt. Bei der Varianzanalyse ergab sich weder zwischen Stickstoffdüngung und CCC noch zwischen Stickstoffdüngung und Septoria-Infektion eine gesicherte Wechselwirkung. Nur in der Gruppe ohne CCC-Behandlung ist die TKG-Senkung bei erhöhter N-Düngung ausgeprägter als bei der niedrigeren N-Gabe.

Interessant erscheint der Befall der Ähren bei denjenigen Versuchsgliedern, welche vor dem Ährenschieben infiziert wurden (Tab. 6, Auswertung am 20.7.). Hier handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um Sekundärbefall, und die Reaktion auf die CCC-Behandlung ist die gleiche wie bei den künstlichen "Spätinfektionen" nach dem Ährenschieben, bei denen die Ähren unmittelbar infiziert wurden: während die Differenzen zwischen den unbehandelten Kontrollen und den beiden CCC-Varianten gesichert sind, ergibt sich zwischen den CCC-Behandlungen nur eine geringe Wirkungssteigerung.

Eine gesicherte Ertragssenkung durch kombinierte Wirkung von Septoria-Befall und CCC liegt bei Infektion vor dem Ährenschieben nicht vor, dagegen jedoch eine gesicherte Senkung des TKG. In beiden Stickstoff-Gruppen senkt die erhöhte CCC-Aufwandmenge das TKG etwas stärker als die niedrigere.

Beim Blattbefall fällt auf, daß auch die Werte für die nicht infizierten Varianten verhältnismäßig hoch sind. Am 18.7. war jedoch auch die allgemeine Vergilbung schon so weit fortgeschritten, daß hier ein falscher Eindruck entstehen könnte. Es ist bei der Bonitierung unmöglich, diese Art der Vergilbung von den Septoria-Flecken, die ja bei fortschreitender Reife auch wieder ausbleichen, zu trennen. Hinzu kommen in geringem Maße Läsionen durch Mehltau und Braunrost.

Die Anzahl Sporen je 3 g Spelzen gibt nur geringen Aufschluß über die Befallsunterschiede. Einzelne gesicherte Differenzen sollten hier nicht überbewertet werden. Vor allem sollte man berücksichtigen, daß Ernte und Drusch wegen der wechselhaften Witterung erst am 13. August möglich waren. Zu diesem Zeitpunkt wiesen auch die Spelzen der nicht infizierten Varianten Sporen auf; die Befallszahlen der Ähren (Tab. 6, 20.7.) zeigen jedoch, daß diese Infektionen sehr spät stattgefunden haben.

Ein weiterer Feldversuch im Jahre 1968 (Tab. 9) sollte klären, wie sich zwei zu verschiedenen Zeitpunkten verabreichte CCC-Gaben auf den Septoria-Befall auswirken. Die Aufwandmenge betrug einheitlich 2,2 l/ha Cycocel. Neben einer Infektion unmittelbar nach dem Ährenschieben (17.6.) erfolgte eine Infektion wenige Tage vor dem Ährenschieben (31.5.) und eine weitere schon elf Tage früher (20.5.). Zu diesem Zeitpunkt waren die oberen Blätter der Weizenpflanzen bereits vorhanden, jedoch noch nicht in voller Größe ausgebildet.

Obwohl sich 13 Tage nach der ersten Infektion Läsionen an den Blättern zeigten, stieg in dieser Infektionsgruppe der Befall danach nicht im gewohnten Maße an; die Blattflecken blieben verhältnismäßig klein. Die Temperatur sank in der Nacht nach der Infektion (20.5.) für kurze Zeit auf -2°C ab. Auf gleichzeitig ausgebrachten Objektträgern mit Sporensuspensionstropfen, welche an verschiedenen Stellen der Versuchsfläche aufgestellt worden waren, waren am nächsten Tag jedoch rund 40 % der Konidien gekeimt.

Die zweite Infektion (unmittelbar vor dem Ährenschieben) führte zu einem rascheren Befallsanstieg. Am 16.7. (vgl.Tab.9) waren die Befallswerte für die Blätter bei dieser Variante mindestens so hoch wie die der ersten Infektionsgruppe. Noch merkwürdiger aber erscheint es, daß am 16.7. die Blätter in der Gruppe mit der spätesten Infektion (17.6.) den weitaus stärksten Befall aufwiesen, obwohl diese erst 17 Tage nach der zweiten Infektionsgruppe infiziert wurde.

Die Tatsache, daß der Infektionserfolg am obersten Blatt bei Infektion zum Zeitpunkt des Ährenschiebens am größten war, kann nicht allein auf die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse zurückgeführt werden, obwohl die Häufigkeit der Regentage und die absoluten Niederschlagsmengen während der Inkubationszeiten auf bessere Wachstumsbedingungen für die beiden späteren Infektionsgruppen schließen lassen. Die "Inkubationszeit" wird hier etwas willkürlich für eine Zeitspanne von 14 Tagen festgesetzt;

	Anzahl Regentage	Regenmenge in mm
"Inkubationszeit" der 1. Infektionsgruppe, 20.5. bis 3.6.	3	7,4
"Inkubationszeit" der 2. Infektionsgruppe, 31.5. bis 13.6.	6	20,0
"Inkubationszeit" der 3. Infektionsgruppe, 17.6. bis 1.7.	5	29,9

Eigenen Beobachtungen zufolge scheint die Zerstörung der Blattfläche bei älteren Blättern schneller vor sich zu gehen als bei jüngeren Blättern. Die Läsionen vereinigen sich rascher zu großen Flecken, Nekrosen erscheinen viel früher. Typisch ist dann auch der stärkere Befall des Weizenblattes an der üblichen Knickstelle, wo das Gewebe durch Wind und Regen stärker beansprucht wird.

Die Bonitierungswerte des Blattbefalls am 16.7. vermitteln auch hier teilweise einen falschen Eindruck. Zu diesem Zeitpunkt war die natürliche Vergilbung der Blätter infolge der Reife schon so weit fortgeschritten, daß auch die nicht infizierten Kontrollen ziemlich hohe Werte aufweisen. Meistens geht dieses Vergilben von der Knickstelle aus, wo auch durch Septoria-Befall die stärkste Ausbleichung stattfindet. Ein eindeutiges Unterscheiden ist deshalb unmöglich.

Tabelle 9 zeigt, daß sich der Septoria-Befall nur bei Infektion nach dem Ährenschieben stärker senkend auf Ertrag und TKG auswirkt, jedoch ist diese Senkung, wenn auch in geringerem Ausmaß, auch bei den Versuchsgliedern mit Infektion vor dem Ährenschieben zu beobachten (vgl. Durchschnittswerte, Tab.10). Bemerkenswert ist, daß die Befallswirkung (auf Ertrag und TKG) in der Gruppe am geringsten ist, welche als erste infiziert wurde. Die Befallszahlen (vgl. Tab. 9, Befall der Blätter am 16.7. und Befall der Ähren am 20. und 22.7.) zeigen damit jedoch eine gewisse Übereinstimmung.

Tabelle 2: Infektion von Winterweizen "Jubilar" mit Septoria nodorum; Feldversuch 1968
2,2 l/ha Cycocel bei 20 bzw. 40 cm Wuchshöhe

3 Infektionstermine: am 20.5. und 31.5. = vor dem Ährenschieben
am 17.6. = nach dem Ährenschieben

Infek- tion am	CCC bei Wuchsh. cm	Wuchs- höhe cm	Er- trag dz/ha	TKG g	Sporen auf 3 g Spelzen (x 100)	Befall des obersten Blattes am		Befall der Ähren			Lager in %			
						2.7.	16.7.	am	1.7.	13.7.	22.7.	20.7.	20.7.	20.7.
-	-	120,4	54,62	48,3	13,3	1,00	3,17	0	0	1,00	17,0	24,4	21,0	
-	20	96,2	53,62	46,6	8,0	1,00	3,76	0	0	1,10	18,0	25,1	0	
-	40	96,3	54,32	45,4	14,3	1,00	4,11	0	0	1,07	18,3	25,4	0	
20.5.	-	117,3	48,83	47,1	21,5	1,00	4,88	0	0	1,20	50,0	45,0	11,0	
20.5.	20	99,8	50,94	43,7	29,8	1,00	4,46	0	0	1,28	81,0	64,2	0	
20.5.	40	94,9	51,19	44,1	21,3	1,00	4,45	0	0	1,52	78,0	62,0	0	
31.5.	-	118,1	47,77	45,1	17,8	1,00	4,80	0	0	1,20	64,0	53,1	2,5	
31.5.	20	100,4	50,09	42,9	33,0	1,00	4,89	0	0	1,60	88,3	70,0	0	
31.5.	40	94,6	50,16	41,4	34,5	1,00	4,86	0	0	1,53	92,5	74,1	0	
17.6.	-	117,4	40,17	38,3	49,5	1,50	5,74	2,75	3,85	4,37	100,0	-	0	
17.6.	20	100,2	39,97	34,9	50,8	1,50	5,28	2,87	4,01	4,65	100,0	-	0	
17.6.	40	94,2	35,49	33,7	53,8	2,00	5,69	2,98	4,10	4,67	100,0	-	0	
GD 5%		4,2	5,45	2,2	16,3	0,40	0,64	0,11	0,24	0,19	-	8,9	-	
GD 1%		5,6	7,70	3,0	21,9	0,55	0,87	0,16	0,37	0,25	-	12,3	-	

Tabelle 10: Durchschnittswerte der in Tabelle 9 wiedergegebenen Einzelergebnisse zu Wuchshöhe, Ertrag, TKG und Halmzahl

Behandlung	Wuchshöhe cm	Ertrag dz/ha	TKG g	Halmzahl auf 1,5 m Drillspur
<u>a.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit zeitlich gestaffelter CCC-Behandlung				
ohne CCC	118,3	47,85	44,6	109
CCC bei 20 cm Wuchshöhe	99,2	48,66	42,0	105
CCC bei 40 cm Wuchshöhe	95,6	47,97	41,1	113
GD _{5%}	2,1	2,90	1,1	23
GD _{1%}	2,8	3,91	1,5	31
<u>b.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit unterschiedlichen Infektionsterminen				
ohne Inf.	104,3	54,19	46,7	
Infektion am 20.5.	104,0	49,98	45,0	
Infektion am 31.5.	105,1	49,68	43,2	
Infektion am 17.6.	104,1	38,54	35,6	
GD _{5%}	2,4	3,35	1,3	
GD _{1%}	3,3	4,51	1,8	

Weiterhin fällt auf, daß in diesem Versuch die CCC-Anwendung auch ohne Septoria-Infektion das TKG negativ beeinflußt, während die Erträge, auch bei Berücksichtigung des Lagerens in den Kontrollen, nicht wesentlich voneinander abweichen. Da sich die Zahl der Ährentragenden Halme kaum voneinander unterscheidet (vgl. Durchschnittswerte, Tab. 10a), könnte eine Zunahme der Kornzahl je Ähre durch CCC-Anwendung vorliegen, wie sie auch von anderen Autoren beobachtet werden konnte (PRIMOS 1964; HUMPHRIES et al., 1965; BACHTHALER, 1967).

Tabelle 11: Wechselwirkung von CCC-Behandlung und Septoria-Infektion auf das TKG von Winterweizen "Jubilär" (Relativwerte in Klammern)

Behandlung	ohne CCC	CCC bei 20 cm Wuchshöhe	CCC bei 40 cm Wuchshöhe
ohne Infektion	48,3 (100)	46,6 (100)	45,4 (100)
Inf. am 20.5.	47,1 (98)	43,7 (94)	44,1 (97)
Inf. am 31.5.	45,1 (93)	42,9 (92)	41,4 (91)
Inf. am 17.6.	38,3 (79)	34,9 (75)	33,7 (74)

Tabelle 11 zeigt, daß sich die Infektion am 20.5., also ungefähr zwei Wochen vor dem Ährenschieben, kaum auf das TKG ausgewirkt hat. Erst die Infektion am 31.5. hat einen deutlichen Einfluß, diese Senkung ist jedoch bei CCC-Anwendung nur unwesentlich stärker als bei der Kontrolle. Eine additive Wirkung von CCC und Septoria-Infektion läßt sich nur bei Infektion nach dem Ährenschieben beobachten.

Bei den nach dem Ährenschieben (17.6.) infizierten Versuchsgliedern ist für die Ertragswerte keine gesicherte Wechselwirkung zwischen Septoria-Befall und CCC-Wirkung vorhanden. Berücksichtigt man jedoch, daß in den CCC-Varianten bei den Ähren eine deutliche Befallserhöhung zu beobachten ist (Tab. 9, Befallswerte), so sollte diese - wenn auch nicht gesicherte - zusätzliche Senkung durch CCC-Anwendung bei den nach dem Ährenschieben infizierten Versuchsgliedern als reell angesehen werden können. Außerdem zeigen ja auch die in den Tabellen 6 und 12 dargestellten Versuche gleichsinnige Ergebnisse.

Ähnlich wie im zuvor besprochenen Versuch (Tab. 6) zeigt sich auch hier, daß der Prozentsatz sekundär befallener Ähren in den vor dem Ährenschieben infizierten Parzellen durch CCC-Anwendung erhöht wird, ebenso der Befallsgrad (Tab. 9, Auswertung am 20.7.).

Die Zahl der Sporen von 3 g Spelzen erlaubt auch hier nur grobe Rückschlüsse auf den Befallsgrad. Während sich die Werte der nach dem Ährenschieben infizierten Versuchsglieder, die weit-

auf S. Baker befallen waren, deutlich von allen anderen Werten u. unterscheiden, ist ein Vergleich zwischen Versuchsgliedern mit geringen Befallsunterschieden (beispielsweise zwischen den CCC-Varianten) nicht möglich (Tab. 9).

Befall: Einfluß von CCC auf den natürlichen Befall von Winterweizen "Hanno" durch S. nodorum
2 l/ha Cycocel bei 20 cm Wuchshöhe

Behandlung	Halmzahl auf 1,5 m Drillspur	Befall 29.7.	Ertrag dz/ha	TKG g
ohne CCC	115	2,14	53,8	41,6
2 l/ha Cycocel	123	2,40	50,4	38,1
GD _{5%}	17	0,21	6,7	2,5
GD _{1%}	25	0,31	10,2	3,7

In der Nähe von Wittelsberg, rd. 25 km nördlich von Gießen, ergab sich im Rahmen eines anderen Versuches die Gelegenheit, den Einfluß einer CCC-Gabe (2 l/ha Cycocel bei 20 cm Wuchshöhe) auf natürlichen Septoria-Befall zu prüfen (Tab. 12). Hier wurden 100 kg/ha N gedüngt, davon 60 kg als Kalkammonsalpeter im zeitigen Frühjahr und 40 kg als Kalksalpeter zu Beginn des Schossens. Der Versuch war einfaktoriell, in vierfacher Wiederholung angelegt; die Parzellengröße betrug 20 m².

Es läßt sich hier nun nicht prüfen, ob die gesicherte Senkung des TKG auf das CCC allein oder auf eine kombinierte Wirkung von CCC und Septoria zurückzuführen ist, zumal nicht infizierte Kontrollen fehlen. Im Gegensatz zur TKG-Senkung ist die Ertragssenkung nicht gesichert.

Dieser natürliche Befall trat so spät ein, daß er keinen größeren Schaden mehr anrichten konnte; es war auch nur eine einzige Bonitierung möglich (am 29.7.), zwischen Milch- und Gelbreife.

3. Ergebnisse des Gefäßversuches

Ähnlich wie in dem in Tabelle 9 wiedergegebenen Feldversuch sollte auch in einem Gefäßversuch geklärt werden, welchen Einfluß unterschiedliche CCC-Anwendungstermine bzw. unterschiedliche Infektionstermine auf die Pathogenese der Krankheit haben.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 dargestellt. Trotz der relativ niedrigen CCC-Gaben sind dieselben Tendenzen wie in den Feldversuchen zu erkennen: nur eine Infektion nach dem Ährenschieben hatte einen stärkeren Einfluß auf Ertrag und TKG. Betrachtet man das TKG als sicherstes Merkmal, so kann, bei den Versuchsgliedern mit Infektion nach dem Ährenschieben, nur bei den beiden späteren CCC-Behandlungen von einer deutlich zusätzlichen Senkung durch CCC gesprochen werden. Dasselbe zeigt sich weniger stark ausgeprägt auch nach Infektion vor dem Ährenschieben.

Bei den nicht infizierten Varianten ist kein Einfluß der CCC-Anwendung auf Ertrag und TKG vorhanden. Vergleicht man die CCC-Wirkung auf die Halmlänge mit der auf das TKG, so läßt sich in den beiden infizierten Gruppen eine gewisse Parallelität erkennen: die geringere Wirkung der frühzeitigen Anwendung (bei 15 cm Wuchshöhe) auf die Halmlänge ist mit einer geringeren Wirkung auf das TKG gekoppelt.

Interessant ist ferner, daß im Gegensatz zu den Feldversuchen der Befall der Ähren nach CCC-Anwendung nicht gesteigert wird. Leider waren in diesem Versuch die Blätter vor dem Ährenschieben mit Mehltau befallen, so daß eine einwandfreie Bonitierung der Blätter auf Septoria-Befall unmöglich war. Rein visuell konnte kein unterschiedlicher Mehлтаubefall zwischen den einzelnen CCC-Varianten und den Kontrollen festgestellt werden.

Die Darstellung der Durchschnittswerte für die einzelnen CCC-Behandlungen und die einzelnen Infektionstermine (Tab. 14) zeigt, daß die Kornzahl je Ähre durch den Einfluß des Pilzes sowohl bei Infektion vor als auch bei Infektion nach dem Ähren-

Tabelle 13: Infektion von Winterweizen "Jubilar" mit Septoria nodorum; Gefäßversuch 1968

8,8 ml Cycocel je Gefäß = umgerechnet aus 2,2 l/ha
 Spritzung bei 15, 25 und 40 cm Wuchshöhe
 Infektion vor und nach dem Ährenschieben (29.5. und 14.6.)

Infektions- termin	CCC bei Wuchshöhe cm	Ertrag g je Gefäß	TKG g	Wuchshöhe cm	Ähren je Gefäß	Körner je Ähre	Sporen auf 3 g Spelzen (x 10 ⁶)	Befall der Ähren am 15.7.	22.7.
-	-	61,9	44,1	107	46,0	30,9	0,4	0	0
-	15	59,8	46,9	102	44,0	29,0	0,1	0	0
-	25	60,2	44,5	98	44,4	30,5	0,3	0	0
-	40	59,3	46,1	98	39,6	32,7	0,0	0	0
29.5.	-	59,8	44,4	106	40,8	33,2	1,1	0	0
29.5.	15	56,3	45,6	103	40,0	31,4	0,8	0	0
29.5.	25	59,8	42,6	98	40,6	34,6	1,4	0	0
29.5.	40	54,7	42,7	100	41,8	30,8	2,1	0	0
14.6.	-	57,3	40,9	108	40,4	34,8	34,8	4,42	4,60
14.6.	15	56,5	40,6	103	39,6	35,1	47,8	4,29	4,42
14.6.	25	47,9	37,9	99	40,2	32,4	37,4	4,25	4,33
14.6.	40	47,4	37,1	100	38,4	33,4	40,4	4,39	4,53
GD _{5%}		8,2	3,2	6	4,8	3,5	10,1	0,33	0,19
GD _{1%}		11,0	4,3	8	6,5	4,6	14,4	0,47	0,27

Tabelle 14: Durchschnittswerte der in Tabelle 13 wiedergegebenen Einzelergebnisse zu Wuchshöhe, Ertrag, TKG, Ähren je Gefäß und Körner je Ähre

Behandlung	Ertrag g/Gef.	TKG g	Wuchshöhe cm	Ähren /Gef.	Körner /Ähre
<u>a.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit zeitlich gestaffelter CCC-Behandlung					
ohne CCC	59,8	43,1	107,7	42,4	33,0
CCC bei 15 cm Wuchshöhe	57,5	44,4	103,0	41,2	31,8
CCC bei 25 cm Wuchshöhe	56,0	41,5	98,1	41,7	32,5
CCC bei 40 cm Wuchshöhe	53,8	42,0	99,2	40,1	32,3
GD _{5%}	4,7	1,7	3,5	2,8	2,0
GD _{1%}	6,3	2,2	4,6	3,7	2,6
<u>b.</u> Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit unterschiedlichen Infektionsterminen					
ohne Infektion	60,3	45,4	101,7	43,5	30,8
Inf. vor dem Ährenschieben	57,8	43,8	101,6	40,8	32,5
Inf. nach dem Ährenschieben	52,3	39,0	103,0	39,7	33,9
GD _{5%}	4,1	1,4	3,0	2,4	1,7
GD _{1%}	5,5	1,9	4,0	3,2	2,3

schieben leicht, aber gesichert erhöht wird (vgl. auch BOCKMANN, 1963b; FEEKES und WIETEN, 1967). Die Zahl der Sporen je 3 g Spelzen wird auch in diesem Versuch durch CCC-Behandlung nicht signifikant verändert.

4. Ergebnisse der Versuche in vitro

a. Beeinflussung des Myzelwachstums durch CCC

Die Abbildungen 2,3 und 4 zeigen die Wachstumsleistung von S. nodorum auf Agar-Nährböden mit und ohne CCC-Zusatz in Abhängigkeit von der Zeit. Das Myzelwachstum wird vor allem dann stark gehemmt, wenn reiner Wirkstoff dem Nährboden erst nach dem Autoklavieren zugesetzt wurde (Abb. 2). In der Konzentrationsstufe $10^{-1}M$ wächst der Pilz nicht mehr. Wurde das CCC mitautoklaviert, so zeigte die Stufe $10^{-1}M$ dagegen ein zwar langsames, aber noch deutliches Wachstum (Abb. 3).

Ein Zusatz in Form von Cycocel ergab die geringste Wuchshemmung. Sogar bei einer Molarität von 5×10^{-1} , bezogen auf reines CCC, wuchs der Pilz noch deutlich, während $10^{-2}M$ CCC kaum noch einen Einfluß haben (Abb. 4). Die drastische Wachstumsdepression, die hier erst zwischen $10^{-1}M$ und $10^{-2}M$ erkennbar ist, zeigt sich bei Anwendung reinen Wirkstoffs - sowohl gemeinsam als auch getrennt vom Nährboden sterilisiert - schon zwischen $10^{-5}M$ und $10^{-4}M$.

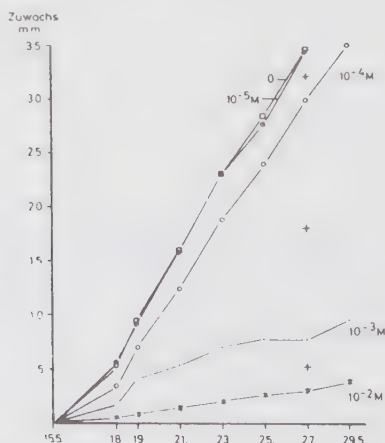


Abbildung 2: Wachstum von S. nodorum auf Czapek-Dox-Agar mit CCC-Zusatz nach dem Autoklavieren

+ = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

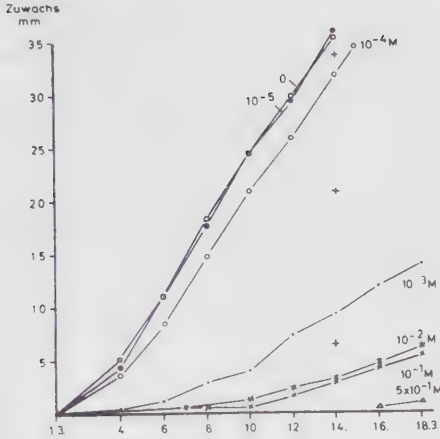


Abbildung 3: Wachstum von *S. nodorum* auf Czapek-Dox-Agar mit CCC-Zusatz vor dem Autoklavieren

+ = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

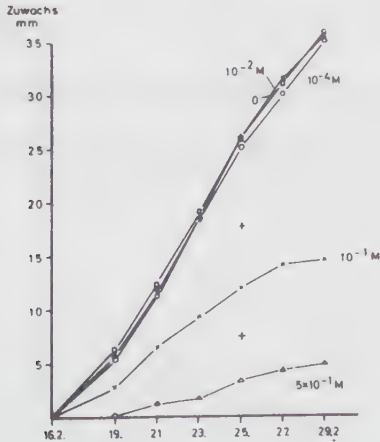


Abbildung 4: Wachstum von *S. nodorum* auf Czapek-Dox-Agar mit Cycocel-Zusatz nach dem Autoklavieren
Konzentrationen auf reinen Wirkstoff bezogen

+ = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

Im Gegensatz zum Myzelwachstum auf festem Nährboden, wo auch $10^{-3}M$ reiner Wirkstoff noch deutlich das Wachstum hemmen (Abb. 2), hat CCC in Nährlösung nur in den beiden höchsten Konzentrationsstufen ($10^{-1}M$ und $10^{-2}M$) einen Einfluß auf die Myzelentwicklung (Tab. 15).

Tabelle 15: Einfluß von CCC auf das Wachstum von *S. nodorum* in Czapek-Dox-Nährlösung (mit Maltzin).-----
Myzeltrockengewicht in mg; Versuchsdauer 15 Tage

Konzentration	Absolutwerte	rel. z. Kontrolle
0	235,4	100,0
$10^{-5}M$	237,2	100,8
$10^{-4}M$	234,4	99,6
$10^{-3}M$	241,2	102,5
$10^{-2}M$	182,1	77,3
$10^{-1}M$	172,2	73,2
GD _{5%}	2,8	
GD _{1%}	3,8	

b. Beeinflussung der Sporenkeimung durch CCC

Tabelle 16 zeigt, daß CCC nur bei einer Konzentration von $10^{-1}M$ hemmend auf den Anteil gekeimter Sporen sowie auf die Keimschlauchlänge wirkt.

Tabelle 16: Einfluß von CCC auf die Sporenkeimung von
S. nodorum
 Temperatur: $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$; Dauer der Keimung: 10 Std.

Konzentration	Anteil gekeimter Sporen in Prozent		Keimschlauchlänge in μ	
	Prozent- werte	trans- formiert	Absolut- werte	relativ z. Kontrolle
0	82,5	65,2	80,7	100,0
10^{-4}M	78,5	62,4	76,2	94,4
10^{-3}M	74,5	55,7	83,5	103,5
10^{-2}M	78,7	62,7	76,7	95,0
10^{-1}M	64,5	53,5	33,0	40,9
GD _{5%}		5,1	9,2	
GD _{1%}		7,2	12,9	

D. Versuche mit *Fusarium culmorum*

1. Spezielle Methoden

Die Anzucht des Infektionsmaterials war einfacher als bei *S. nodorum*. Auch hier wurden mehrfach autoklavierte, eingeweichte Weizenkörner mit Myzelstückchen beimpft (vgl. BOCKMANN, 1963a); die Körner waren schon nach einer Woche von Myzel gut bewachsen und wurden dann kräftig geschüttelt. Nach fünf bis sechs Wochen Wachstum bei Zimmertemperatur traten die ersten Sporen auf.

Die Sporensuspension wurde wie bei *S. nodorum* hergestellt. Die Körner brauchten jedoch nur kurze Zeit eingeweicht zu werden, da die Sporen sofort in umgebende Flüssigkeit übergingen. Zur Infektion diente eine Suspension mit 10^6 Sporen je ml, welche auf die gleiche Weise ausgebracht wurde wie im Falle von *S. nodorum*. Das Infektionsmaterial für den Versuch im Jahre 1967 stammte wiederum von Herrn Dr. Bockmann, Kiel-Kitzeberg.

Für den Ährenbefall durch *F. culmorum* wurde ebenfalls ein Bonitierungschema mit prozentual abgegrenzter Skala benutzt:

0 = kein Befall

1 = bis zu 5 % der Ähre ausgebleicht

2 = 5 - 10 % " " "

3 = 10 - 25 % " " "

4 = 25 - 50 % " " "

5 = 50 - 100 % " " "

2. Ergebnisse der Feldversuche

a. Feldversuch 1967

Im Jahre 1967 erfolgten zwei Ähreninfektionen im Abstand von sechs Tagen, einmal zu Beginn und einmal zum Ende des Ährenschiebens. Der nachfolgende Krankheitsverlauf war so stürmisch, daß sich fast keine Körner ausbilden konnten. In den Ähren fand man allenfalls rötliche, haferflockenähnliche Gebilde; die Körner waren vom Pilz beinahe total aufgezehrt worden.

Tabelle 17 zeigt die Ergebnisse dieses Versuches. Da ein Drusch und somit eine Bestimmung von Ertrag und TKG unmöglich waren, werden nur Wuchshöhe, Halmzahl und die Befallswerte dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß der äußerlich erkennbare Befall in den Varianten mit 120 kg/ha N immer etwas niedriger liegt als bei 80 kg/ha N. Zwischen den CCC-Stufen und ihren Kontrollen lassen sich keine deutlichen Unterschiede erkennen.

Tabelle 17: Infektion von Sommerweizen "Opal" mit F.culmorum
Feldversuch 1967

2 CCC-Behandlungen (1,5 bzw. 3 l/ha Cycocel)
2 N-Gaben (80 bzw. 120 kg/ha N)

Cycocel l/ha	Stick- stoff kg/ha	Wuchs- höhe cm	Halmzahl auf 1,5 m Drillspur	Befall der Ähren am		
				13.7.	18.7.	24.7.
0	80	115,8	96,5	3,20	4,10	4,65
1,5	80	95,0	103,8	3,20	4,10	4,70
3,0	80	97,5	96,2	3,10	4,00	4,60
0	120	119,2	110,0	2,80	3,70	4,40
1,5	120	101,5	108,0	2,80	3,80	4,50
3,0	120	101,0	105,5	3,00	3,90	4,50
GD _{5%}		1,9	13,9	0,09	0,11	0,17
GD _{1%}		2,6	19,0	0,12	0,15	0,23

b. Feldversuch 1968

Gewarnt durch die Erfahrungen des Vorjahres, wurde im Jahre 1968 die Infektion nur einmal durchgeführt, unmittelbar nachdem alle Ähren geschoben hatten. Daneben erfolgte 13 Tage später, bereits während der Kornausbildung (Stadium R) bei einer anderen Variante eine weitere Infektion. Die CCC-Spritzung erfolgte bei 20 und 40 cm Wuchshöhe mit 2,2 l/ha Cycocel.

Die Ergebnisse dieses Versuches (Tab. 18) zeigen, daß sich nur die Infektion unmittelbar nach dem Ährenschieben in stärkerem Maße ertragsmindernd ausgewirkt hat (Tab. 18, mittl. Gruppe). Beim Vergleich der Erträge muß das Lager in den Versuchsgliedern ohne CCC-Behandlung berücksichtigt werden (dies gilt besonders für die Durchschnittswerte, Tab. 19). Es fällt auf, daß auch die infizierten Parzellen ohne CCC-Behandlung - in denen ja die Ähren durch die Befallswirkung leichter geworden sein müßten - Lager aufweisen; man muß jedoch berücksichtigen, daß sich der Befall der ersten Infektionsgruppe nur sehr langsam entwickelte und zur Zeit des Lagerens (Anfang Juli) noch kein nennenswertes Ausmaß hatte. Es kann als sicher angesehen werden, daß die Ertragswerte aller Varianten ohne CCC-Behandlung um rund 10 % höher gelegen hätten, wenn kein Lager vorhanden gewesen wäre; dafür spricht ja auch das relativ hohe TKG dieser Versuchsglieder.

Tabelle 18 zeigt, daß sich nur die Infektion unmittelbar nach dem Ährenschieben in stärkerem Maße ertragssenkend ausgewirkt hat (mittlere Gruppe). Man erkennt, daß das CCC in den infizierten Versuchsgliedern zusätzlich mindernd auf Ertrag und TKG gewirkt hat (vgl. auch Tab. 20) - bei der Varianzanalyse ergibt sich eine gesicherte Wechselwirkung zwischen CCC-Behandlung und Fusarium-Infektion. Auch ohne Infektion wird das TKG durch CCC-Anwendung leicht negativ beeinflusst.

Tabelle 18: Infektion von Winterweizen "Jubilar" mit Fusarium culmorum; Feldversuch 1968
 2,2 l/ha Cycocel bei 20 und 40 cm Wuchshöhe
 2 Infektionstermine nach dem Ährenschieben (16.6. und 29.6.)

Infektion am	CCC bei Wuchsh. cm	Wuchshöhe cm	Ertrag dz/ha	TKG g	Sporen auf 3 g Spelzen (x 100)	Befall der Ähren am		Lager in % am
						5.7.	14.7.	20.7.
-	-	122,2	51,68	46,0	5,75	0	0	18,8
-	20	101,3	54,37	45,0	5,00	0	0	0
0	40	100,8	55,39	44,9	6,00	0	0	0
16.6.	-	122,2	41,48	38,9	105,25	0,54	1,79	20,0
16.6.	20	102,3	41,37	35,9	110,25	0,51	1,70	3,03
16.6.	40	98,5	37,06	34,1	121,25	0,52	2,16	3,72
29.6.	-	121,8	47,97	44,6	24,00	0	0	1,03
29.6.	20	103,2	49,64	42,2	39,25	0	0	1,15
29.5.	40	100,9	49,33	42,7	35,25	0	0	1,00
GD _{5%}		3,5	3,23	1,8	19,60	0,19	0,27	0,56
GD _{1%}		4,7	4,40	2,4	27,14	0,25	0,38	0,77

Tabelle 19: Durchschnittswerte der in Tabelle 18 wiedergegebenen Einzelergebnisse zu Wuchshöhe, Ertrag, TKG, Halmzahl und Lager

Behandlung	Wuchshöhe cm	Ertrag dz/ha	TKG g	halmzahl auf 1,5 m Drillspur	Lager am 2.8. in %
<u>a. Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit zeitlich gestaffelter CCC-Behandlung</u>					
ohne CCC	122,0	47,04	43,2	98,8	20,0
CCC bei 20 cm Wuchshöhe	102,0	48,46	41,0	118,0	0
CCC bei 40 cm Wuchshöhe	100,0	47,20	40,6	107,6	0
GD _{5%}	2,0	2,00	1,0	15,7	
GD _{1%}	2,7	2,72	1,4	21,4	
<u>b. Durchschnittswerte aus den Versuchsgliedern mit unterschiedlichen Infektionsterminen</u>					
ohne Infektion	108,0	53,81	45,3		
Inf. am 16.6.	107,3	39,97	36,8		
Inf. am 29.6.	108,7	48,98	43,1		
GD _{5%}	2,0	2,00	1,0		
GD _{1%}	2,7	2,72	1,4		

Tabelle 20: Wechselwirkung von CCC-Behandlung und Fusarium-Infektion auf das TKG von Winterweizen "Jubiläum" (Relativwerte in Klammern)

Behandlung	ohne CCC	CCC bei 20 cm Wuchshöhe	CCC bei 40 cm Wuchshöhe
ohne Infektion	46,0 (100)	45,0 (100)	44,9 (100)
Inf. am 16.6.	38,9 (85)	35,9 (80)	34,1 (76)
Inf. am 29.6.	44,6 (97)	42,2 (94)	42,7 (95)

Die spätere Infektion wirkt sich nur in geringem Maße aus. Trotzdem sind Erträge und TKG deutlich gesenkt (vgl. auch Tab. 19, Durchschnittswerte), wenn auch die Befallswerte am 20.7., zwischen Milch- und Gelbreife (Stadium T) noch ziemlich niedrig lagen (Tab. 18).

Im Gegensatz zu Versuchen mit S. nodorum wird der Fusarium-Befall der Ähren durch CCC-Anwendung nicht wesentlich verändert.

Wie bei den Versuchen mit S. nodorum wurden von jeder Parzelle 3 g Spelzen entnommen, um die Sporenzahl zu ermitteln. Obwohl die CCC-Varianten höhere Sporenzahlen aufweisen als die entsprechenden Kontrollen, sind diese Unterschiede nicht gesichert. Recht deutlich läßt sich anhand der Sporenzahl der schwächere Befallsgrad der spät infizierten Gruppen gegenüber den früher infizierten erkennen.

3. Ergebnisse der Versuche in vitro

a. Beeinflussung des Myzelwachstums durch CCC

Von den drei untersuchten Pilzen wuchs F. culmorum am schnellsten (Abb. 5, 6 und 7). Bemerkenswert ist, daß F. culmorum auch bei 1 M CCC im Nährboden noch ein deutliches Wachstum zeigt. Der etwas geringere Kurvenanstieg bei 1 M CCC in Form von Cycocel (Abb. 7) läßt sich wahrscheinlich auf Beistoffe zurückführen, die im Cycocel enthalten sind; außerdem mußten größere Mengen an NaOH als bei Zusatz von reinem Wirkstoff dem Nährboden zugefügt werden, um einen pH-Wert von 5,2 einzustellen. Es fällt auf, daß die Konzentrationsstufe 10^{-3} M bei Cycocel-Zusatz ein deutlich besseres Wachstum zeigt als die Kontrolle (Abb. 7); mit dieser Wachstumskurve decken sich auch die der Konzentrationsstufen 10^{-2} M und 10^{-4} M, welche hier der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet sind.

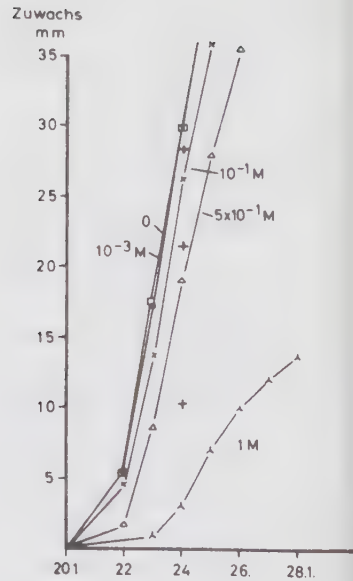
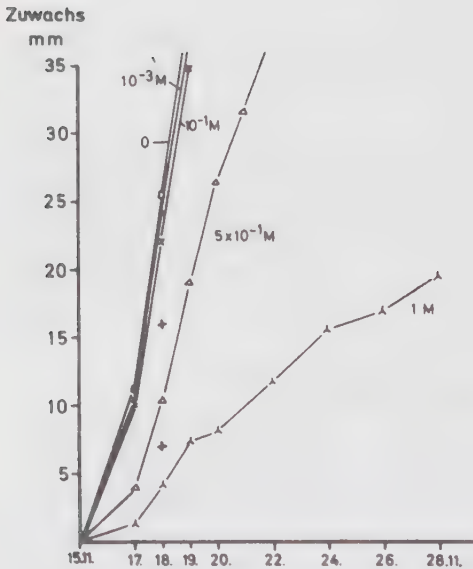


Abbildung 5 (links): Wachstum von *F. culmorum* auf Czapek-Dox-Agar mit CCC-Zusatz nach dem Autoklavieren

Abbildung 6 (rechts): Wachstum von *F. culmorum* auf Czapek-Dox-Agar mit CCC-Zusatz vor dem Autoklavieren

+ = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

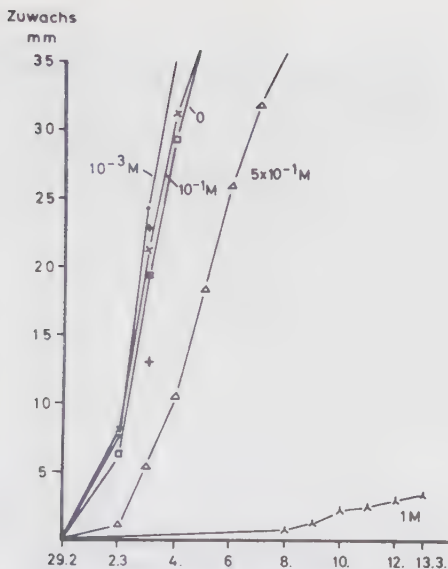


Abbildung 7: Wachstum von *F. culmorum* auf Czapek-Dox-Agar mit Cycocel - Zusatz nach dem Autoklavieren. Konzentration auf reinen Wirkstoff bezogen

+ = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

Bei der Prüfung des Myzelwachstums in flüssigem Nährmedium zeigt *F. culmorum* gegenüber der Kontrolle eine Wachstumsförderung; die niedrigeren Konzentrationsstufen unterscheiden sich nicht gesichert von der Kontrolle (Tab. 21).

Tabelle 21: Einfluß von CCC auf das Wachstum von *F. culmorum* in Czapek-Dox-Nährlösung (mit Maltzin).
Myzel-trockengewicht in mg; Versuchsdauer: 9 Tage

Konzentration	Absolutwerte	rel. z. Kontrolle
0	335,3	100,0
$10^{-5}M$	331,8	99,0
$10^{-4}M$	325,3	97,0
$10^{-3}M$	329,3	98,2
$10^{-2}M$	347,2	103,5
$10^{-1}M$	421,2	125,6
GD _{5%}	15,5	
GD _{1%}	21,0	

b. Beeinflussung der Sporenkeimung durch CCC

CCC zeigt nur bei den beiden höchsten Konzentrationsstufen einen hemmenden Effekt, während bei den Stufen $10^{-4}M$ und $10^{-5}M$ sogar eine leichte Stimulierung zu beobachten ist. Dies gilt sowohl für den Prozentsatz gekeimter Sporen als auch für die Keimschlauchlänge (Tab. 22).

Tabelle 22: Einfluß von CCC auf die Sporenkeimung von *F. culmorum*; Dauer der Keimung: 10 Std.
Temperatur: 21 °C ± 1 °C

Konzentration	Anteil gekeimter Sporen in Prozent		Keimschlauchlänge in μ	
	Prozentwerte	trans-formiert	Absolutwerte	relativ z. Kontrolle
0	67,0	55,1	136,5	100,0
$10^{-5}M$	76,0	60,7	171,2	125,5
$10^{-4}M$	72,7	58,6	163,0	119,4
$10^{-3}M$	66,0	54,3	128,7	94,3
$10^{-2}M$	60,5	51,1	91,0	66,7
$10^{-1}M$	37,5	37,7	52,2	38,2
GD _{5%}		6,0	18,5	
GD _{1%}		8,4	25,6	

B. Versuche mit *Cercospora herpotrichoides*

1. Spezielle Methoden

Künstliche Infektionen mit *C. herpotrichoides* wurden nur in Gefäßversuchen durchgeführt. Die Anzucht des Infektionsmaterials erfolgte auf 2 - 3 cm langen Strohstückchen. Dazu wurden jeweils 10 g Stroh mit 75 ml Malz-Pepton-Nährlösung (3,0 bzw. 0,5 %) in 300 ml-Erlenmeyerkolben angesetzt und dreimal in Abständen von 24 Stunden bei 1 atü autoklaviert. Zur Impfung dienten Myzelscheibchen von einer *Cercospora*-Stammkultur auf Biomalz-Peptonagar. Diese Stammkultur (Nr. 149) hatte sich bereits in früheren Versuchen von SCHULZ (1968) als besonders reichlich sporulierend erwiesen.

Die Strohstückchen waren nach mehrfachem Umschütteln in rund fünf Wochen bei Zimmertemperatur von Myzel gut bewachsen. Anschließend konnten sie zur Sporengewinnung benutzt werden, sie wurden dafür auf Plastikschalen flach ausgebreitet und in einem Kühlraum bei 9 bis 10°C und dauernder Beleuchtung aufgestellt. Nach 10 bis 14 Tagen hatten sich reichlich Sporen entwickelt, welche nach Einweichen der Strohstückchen sofort in die umgebende Flüssigkeit übertraten. Diese Art von Sporengewinnung ließ sich mit demselben Material sechs- bis achtmal wiederholen, in Abständen von jeweils acht bis vierzehn Tagen.

Die Sporensuspension wurde vor der Ausbringung auf eine Dichte von 10^5 Sporen je ml eingestellt. Die Infektion der Weizenpflanzen erfolgte auf fast die gleiche Weise wie bei *S. nodorum* beschrieben - ebenfalls abends, nur wurden die Gefäße nicht mit Plastikhauben abgedeckt. Pro Gefäß wurden 20 ml Suspension ausgebracht. Beim Besprühen wurden die Pflanzen, besonders bei den späten Infektionen, auseinandergedrückt, damit möglichst viel von der Sporensuspension an den Halmfuß gelangte.

Zur Befallsfeststellung wurden im Feldversuch von jeder Wiederholung an drei genau definierten Stellen, diagonal über die Parzelle verteilt, die Pflanzen von jeweils 50 cm Drillspur mit der Wurzel herausgezogen. Das geschah bereits im Stadium der Kornbildung (Phase R-S, zu Beginn der Milchreife). Die noch den Halmfuß umgebenden Blattscheiden wurden mit einem scharfen Wasserstrahl abgespült. Wir berücksichtigten nur ährentragende Halme. Entsprechend wurde bei den Gefäßversuchen verfahren. Hier wurden jedoch sämtliche ährentragende Halme des Gefäßes ausgewertet.

Der Befallsindex ermittelt sich nach FUCHS und GROSSMANN (1960) wie folgt:

$$\frac{\text{Prozentsatz schwach erkrankter Halme} + 2 \times \text{Prozentsatz stark erkrankter Halme}}{100}$$

Als schwach erkrankt werden diejenigen Halme bezeichnet, bei denen weniger als 50 % des Halmumfanges, als stark erkrankt diejenigen, bei denen mehr als 50 % des Halmumfanges durch C. harpotrichoides gebräunt sind (vgl. auch BOCKMANN, 1962a). Neben dem Befallsindex wurde, ebenfalls als Maß für die Befallsstärke, der Anteil befallener Halme in Prozent ermittelt.

Bei den Gefäßversuchen mit künstlicher Cercosporiella-Infektion konnte weder eine Ertrags- noch eine TKG-Auswertung durchgeführt werden, zumal die Pflanzen schon im Stadium der Kornbildung (Phase R-S) herausgezogen werden mußten, um eine einwandfreie Bonitierung zu ermöglichen. Nur am noch grünen Halm setzt sich Cercosporiella-Befall deutlich von der Färbung des gesunden Gewebes ab. Außerdem besteht bei späterer Auswertung die Gefahr, daß sich ursprünglich vorhanden gewesene Befallsunterschiede bei sehr starkem bzw. fortgeschrittenen Befall ausgleichen.

Die Überwinterung der Gefäße mit Winterweizen erfolgte - wie bei S. nodorum beschrieben - in einem seitlich offenen Gewächshaus. Bereits im Herbst wurde ein Versuchsglied mit

C. herpotrichoides infiziert; bemerkenswert ist, daß diese Variante völlig der Kälte zum Opfer fiel, während bei den nicht infizierten Pflanzen ein Ausfall von höchstens 20 % zu beobachten war.

Die hier beschriebenen Feldversuche wurden mit zwei Ausnahmen nicht auf dem Gießener Versuchsfeld durchgeführt. Es handelt sich durchweg um natürlichen Cercospora-Befall, der in Versuchen auftrat, die ursprünglich eine andere Fragestellung hatten. Aus diesem Grunde sind nur die Versuchsglieder angeführt, welche hier interessieren. Auf Ertragserhebungen wurde in den meisten Fällen verzichtet, zumal es mehr auf die Wirkung des CCC auf das Befallsbild selbst ankommt.

Die außerhalb Gießens angelegten Versuche wurden in ausgesprochenen Weizenlagen durchgeführt. Die Zahl der Wiederholungen je Versuchsglied betrug mindestens vier. Die CCC-Ausbringung erfolgte auf die gleiche Weise wie bei den Feldversuchen mit S. nodorum. Menge und Anwendungszeitpunkt sind bei den einzelnen Tabellen angegeben.

2. Ergebnisse der Feldversuche

Zuerst werden zwei Versuche besprochen, die 1968 auf dem Versuchsfeld des Instituts durchgeführt wurden, und bei denen einmal die CCC-Aufwandmenge und zum anderen der Anwendungstermin gestaffelt wurden. Beide Versuche lagen auf demselben Feldstück, die N-Düngung betrug 90 kg/ha, und der Boden kann als sandiger Lehm mit einem relativ hohen Anteil abschlämmbarer Teilchen bezeichnet werden. Tabelle 23 zeigt, daß erst bei relativ später CCC-Anwendung (bei 40 cm Wuchshöhe) eine gesicherte Senkung des Befallsindex und des Anteils befallener Pflanzen in Prozent eintritt. Im Versuch Gießen (Tab. 24) wirkt nur die höhere CCC-Aufwandmenge (3 l/ha Cycocel) deutlich auf den Befall.

Tabelle 23: Cercosporiella-Versuch Gießen I., Winterweizen
"Jubiläum"-----
2,2 l/ha Cycocel bei 20 und 40 cm Wuchshöhe

Behandlung	Wuchshöhe cm	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in % transf.	
ohne CCC	118,3	109	0,84	62,0	52,0
CCC bei 20 cm	99,2	105	0,74	53,5	47,0
CCC bei 40 cm	95,6	113	0,39	33,7	35,5
GD _{5%}	2,1	23	0,29		14,7
GD _{1%}	2,8	31	0,40		22,4

Tabelle 24: Cercosporiella-Versuch Gießen II., Winterweizen
"Jubiläum"-----
1,5 und 3,0 l/ha Cycocel bei 20 cm Wuchshöhe

Behandlung	Wuchshöhe cm	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in % transf.	
ohne CCC	123,7	115	0,85	56,6	49,5
1,5 l/ha Cycocel	102,5	106	0,76	53,9	47,6
3,0 l/ha Cycocel	98,0	108	0,47	36,1	36,5
GD _{5%}	17,9	14	0,36		13,0
GD _{1%}	23,9	19	0,50		17,8

Die beiden nächsten Darstellungen zeigen die Ergebnisse zweier Versuche, in denen beide Faktoren, also CCC-Menge und Ausbringungszeitpunkt, kombiniert sind. Ein Versuch auf dem Oberen Hardthof (Tab. 25), bereits 1967 angelegt, lag am Stadtrand Gießens auf einer Grauwacketerasse mit relativ hohem Lössanteil. Die Höhe der N-Düngung ist nicht bekannt.

Ein weiterer Versuch in der Gemarkung Dutenhofen, 7 km westlich vom Gießen, wurde 1968 angelegt (Tab. 26). Der Boden ist ein Lösslehm, an Stickstoff wurden 90 kg/ha gegeben. Hier fällt die geringe Bestandesdichte auf. Der Grund dafür ist eine sehr späte Saat. Der Weizen spitzte gerade, als tiefe Temperaturen eintraten und die in diesem Stadium sehr empfindlichen Weizenpflanzen stark geschädigt wurden.

Tabelle 25: Cercosporiella-Versuch Oberer Hardthof, 1967.
Winterweizen "Jubilar"
3 CCC-Anwendungstermine (b.12, 20 und 40 cm
Wuchshöhe)
2 CCC-Mengen (1,5 und 3,0 l/ha Cycecel)

Cycecel	bei cm Wuchshöhe	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	transf.
0	-	112	1,38	92	75
1,5	12	106	1,02	82	65
3,0	12	111	0,99	81	64
1,5	20	117	1,19	87	69
3,0	20	110	1,09	87	69
1,5	40	125	1,14	89	72
3,0	40	126	1,22	87	70
GD _{5%}		36	0,13		9
GD _{1%}		48	0,18		12

Tabelle 26: Cercosporiella-Versuch Dutenhofen, 1968. Winter-
weizen "Jubilar"
3 CCC-Anwendungstermine (b.12, 25 und 40 cm
Wuchshöhe)
2 CCC-Mengen (1,5 und 3,0 l/ha Cycecel)

Cycecel	bei cm Wuchshöhe	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	transf.
0	-	64	1,26	82	66
1,5	12	71	1,12	76	62
3,0	12	67	0,95	65	54
1,5	25	62	1,15	74	60
3,0	25	76	0,97	69	57
1,5	40	69	1,09	74	59
3,0	40	59	1,04	73	58
GD _{5%}		15	0,32		12
GD _{1%}		20	0,44		16

Beiden Versuchen gemeinsam ist die stärkere Befallssenkung durch die erhöhte CCC-Aufwandmenge, was sowohl in einer Senkung des Befallsindex als auch in einem niedrigeren Prozentsatz erkrankter Pflanzen zum Ausdruck kommt. Die Änderung der Indexwerte stimmt recht gut mit der der Prozentwerte überein.

Betrachtet man nur die erhöhte CCC-Menge (3 l/ha Cycocel), so haben die beiden früheren Anwendungstermine eine etwas stärkere Befallssenkung zur Folge, was im Widerspruch zu den Ergebnissen des Versuches "Gießen I" (Tab. 23) und den Gefäßversuche im Jahre 1968 (Tab. 36 und 37) steht.

Nachfolgend sollen einige weitere Feldversuchsergebnisse dargestellt werden:

Tabelle 27: Cercosporiella-Versuch Lindenholzhausen, 1967
Winterweizen "Jubilar"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %
ohne CCC	94	1,74	99
2 l/ha Cycocel	96	1,65	100
GD _{5%}	16	0,14	
GD _{1%}	25	0,20	

Tabelle 28: Cercosporiella-Versuch Rosdorf, 1967
Winterweizen "Carsten VIII"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	transf.
ohne CCC	124	0,86	58	50
1 l/ha Cycocel	139	0,68	52	46
2 l/ha Cycocel	124	0,63	49	44
GD _{5%}	19	0,12	-	14
GD _{1%}	27	0,17	-	19

Tabelle 29: Cercosporiella-Versuch Wittelsberg, 1967. Winterweizen "Heines VII"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	Ertrag dz/ha	Lager in %
ohne CCC	80	1,87	100	54,2	0
1 l/ha Cycocel	97	1,86	100	52,3	0
2 l/ha Cycocel	88	1,71	99	52,1	0
GD _{5%}	13	0,20		4,0	
GD _{1%}	18	0,27		5,5	

Tabelle 30: Cercosporiella-Versuch Losshausen, 1967. Winterweizen "Carsten VIII"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	Ertrag dz/ha	Lager in %
ohne CCC	116	1,83	100	50,7	0
1 l/ha Cycocel	113	1,81	100	52,5	0
2 l/ha Cycocel	103	1,75	100	51,8	0
GD _{5%}	22	0,09		4,6	
GD _{1%}	33	0,12		6,2	

Tabelle 31: Cercosporiella-Versuch Geinsheim, 1967. Winterweizen "Heines VII"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	Ertrag dz/ha	Lager in %
ohne CCC	148	1,80	100	57,1	80,0
1 l/ha Cycocel	124	1,78	100	64,1	7,5
2 l/ha Cycocel	143	1,71	100	63,8	7,5
GD _{5%}	17	0,16			
GD _{1%}	25	0,23			

Tabelle 32: Cercosporella-Versuch Reßdorf 1968. Winterweizen "Carsten VIII"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %	Ertrag dz/ha	Lager in %
ohne CCC	110	1,78	99	50,0	58
2 l/ha Cycocel	108	1,79	99	61,9	6
GD _{5%}	19	0,17		8,7	
GD _{1%}	22	0,25		11,8	

Tabelle 33: Cercosporella-Versuch Wittelsberg, 1968. Winterweizen "Hanno"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %
ohne CCC	115	1,39	97
2 l/ha Cycocel	123	1,29	93
GD _{5%}	17	0,22	
GD _{1%}	25	0,33	

Tabelle 34: Cercosporella-Versuch Lindenhofhausen, 1968. Winterweizen "Jubilar"

Behandlung	Halme auf 1,5 m	Befalls- index	Befall in %
ohne CCC	114	1,45	89
1,5 l/ha Cycocel	106	1,25	87
GD _{5%}	10	0,13	
GD _{1%}	16	0,19	

Bei vielen Versuchen fallen die relativ großen Grenzdifferenzen auf, welche auf eine starke Streuung hinweisen. Der Grund dafür sind vermutlich bereits vorher vorhandene Befallsunterschiede innerhalb der Versuchsflächen, zumal unwahrscheinlich

ist, daß sich natürlicher Cercosporiella-Befall gleichmäßig über eine ganze Fläche erstreckt.

Auch in diesen Versuchen wirkt sich die höhere CCC-Menge immer stärker befallsenkend aus als die niedrigere Aufwandmenge. Weiterhin lassen die angeführten Zahlen erkennen, daß CCC zwar nicht in jedem Falle den Befall signifikant senkt, daß es aber auch bei hohem Befall die Lagerung weitgehend verhindert (vgl. die Versuche Geinsheim 1967 und Roßdorf 1968, Tab. 31 und 32). Beim Vergleich der Versuchsergebnisse von Wittelsberg 1967 und Losshausen 1967 (Tab. 29 und 30) einerseits und Geinsheim 1967 und Roßdorf 1968 (Tab. 31 und 32) andererseits ist zu erkennen, daß auch bei 100-prozentigem Befall und hohen Indexwerten keine wesentlichen Ertragssenkungen entstehen, wenn stärkeres Lager verhindert wird (vgl. auch BOCKMANN, 1951; MAYR, BECK und DISKUS, 1964).

3. Ergebnisse der Gefäßversuche

Mehrere Gefäßversuche sollten Aufschluß darüber geben, inwieweit CCC den Befall durch C. herpotrichoides beeinflusst, wenn sowohl Menge und Ausbringungszeitpunkt als auch der Infektionstermin variiert werden. Außerdem wurde 1967 mit zwei Stickstoffmengen gearbeitet.

a. Gefäßversuch 1967

In diesem Versuch wurde sowohl Stickstoff- und CCC-Aufwandmenge als auch der Infektionstermin variiert. CCC wurde nur zu einem Termin - bei 20 cm Wuchshöhe - gespritzt. Die CCC-Mengen betrugen 3,75 bzw. 7,50 ml Cycocel je Gefäß (umgerechnet aus 1,5 und 3 l/ha Cycocel, vgl. Tab. 2), an Stickstoff wurden 1,0 bzw. 1,5 g je Gefäß gegeben.

Abbildung 8 zeigt deutlich, daß CCC nur bei den Versuchsgliedern den Befall senkt, welche entweder nach dem CCC-Anwendungstermin oder unmittelbar davor infiziert wurden. Die erste Infektionsgruppe (14.4.), 12 Tage vor der CCC-Ausbringung infiziert, zeigt sogar gegenteilige Reaktionen.

Vergleicht man die Einzelwerte (Tab. 35), so sind die Befallsunterschiede in vielen Fällen nicht gesichert; wenn eine Sicherung im Vergleich zur ungespritzten Kontrolle gegeben ist, dann meistens nur bei der höheren CCC-Gabe. Die Befallsindices und der Anteil infizierter Pflanzen verhalten sich größtenteils gleichsinnig.

Interessant ist, daß die gesteigerte Stickstoffgabe in diesem Versuch eine deutliche Befallssenkung zur Folge hat, obwohl die Halmzahl je Gefäß leicht erhöht wird. Trotzdem waren bei 1,5 g N je Gefäß die Halme sichtlich dicker als bei 1 g N je Gefäß. Besonders stark tritt der Stickstoffeinfluß bei den beiden letzten Infektionsterminen in Erscheinung.

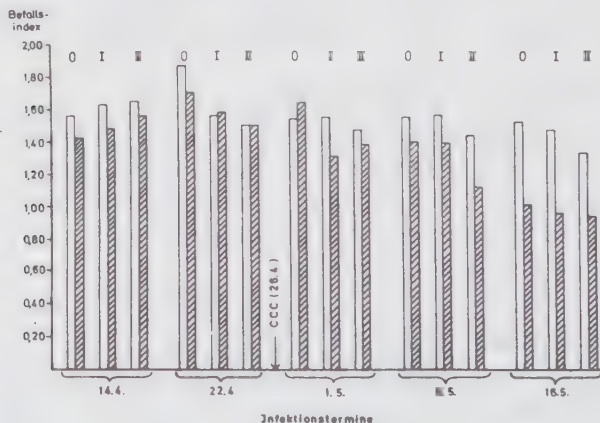


Abbildung 8: Einfluß von CCC auf den Befall von Sommerweizen "Opal" durch *C. herpotrichoides*. Darstellung der Befallsindices. Gefäßversuch 1967

O = ohne CCC; I = 3,75 ml Cycocel je Gefäß;
II = 7,50 ml Cycocel je Gefäß

Weißer Säulen = 1 g N je Gefäß

Schraffierte Säulen = 1,5 g N je Gefäß

Blattspritzung bei 20 cm Wuchshöhe

Tabelle 35: Infektion von Sommerweizen "Opal" mit
Cercospora herpotrichoides; Gefäßversuch 1967
 3,75 bzw. 7,50 ml/Gefäß Cycocel bei 20 cm Wuchshöhe
 1,0 bzw. 1,5 g N/Gefäß
 5 Infektionstermine

Infek- tions- termin	Cycocel ml/Gefäß	Wuchshöhe am 27.6. cm	Halmzahl je Gefäß	Befalls- index	Befall in % transf.	
<u>a. 1,0 g N je Gefäß</u>						
14.4.	0	105	46	1,56	95	77,1
	3,75	98	42	1,63	100	90,0
	7,50	92	38	1,65	97	80,0
22.4.	0	105	46	1,86	100	90,0
	3,75	99	42	1,56	95	77,1
	7,50	97	42	1,50	95	77,1
1.5.	0	102	48	1,54	95	77,1
	3,75	94	47	1,55	97	80,0
	7,50	91	51	1,47	96	78,5
8.5.	0	104	50	1,55	96	78,5
	3,75	98	47	1,56	94	75,8
	7,50	94	50	1,43	92	73,6
16.5.	0	103	46	1,52	94	75,8
	3,75	95	49	1,47	94	75,8
	7,50	92	49	1,33	91	72,5
<u>b. 1,5 g N je Gefäß</u>						
14.4.	0	93	53	1,42	90	71,6
	3,75	87	51	1,48	90	71,6
	7,50	83	46	1,56	94	75,8
22.4.	0	105	58	1,70	98	81,9
	3,75	94	53	1,58	94	75,8
	7,50	93	52	1,50	93	74,7
1.5.	0	100	55	1,64	95	77,1
	3,75	93	54	1,31	86	68,0
	7,50	89	56	1,38	90	71,6
8.5.	0	102	53	1,39	90	71,6
	3,75	96	54	1,39	92	73,6
	7,50	90	57	1,12	82	64,9
16.5.	0	99	59	1,01	80	63,4
	3,75	94	55	0,96	81	64,2
	7,50	86	59	0,94	75	60,0
GD _{5%}		3	14	0,17	-	3,1
GD _{1%}		4	20	0,23	-	4,2

b. Gefäßversuche 1968

In zwei Gefäßversuchen im Jahre 1968 wurde nicht nur die Infektion, sondern auch die CCC-Anwendung zeitlich variiert. Es wurde jedoch nur mit einer CCC-Menge gearbeitet, 8,8 ml Cycocel je Gefäß (rd. 4,05 mg Wirkstoff), das sind umgerechnet 2,2 l/ha Cycocel. Auch die Behandlung mit Stickstoff war einheitlich, pro Gefäß wurden 1,3 g N verabreicht (9-Liter-Gefäße).

Tabelle 36 zeigt die Ergebnisse eines Versuches mit Sommerweizen "Opal", während Tabelle 37 einen Versuch mit Winterweizen "Jubilar" wiedergibt. Da die entsprechenden CCC-Spritzungen und Infektionen in beiden Versuchen zu ungefähr gleichen Wachstumsstadien durchgeführt wurden, begannen und endeten diese Behandlungen beim Winterweizen früher als beim Sommerweizen.

Beide Versuche werden gemeinsam besprochen. Wie die Tabellen 36 und 37 zeigen, ist das Ausmaß der Befallsenkung durch CCC in vielen Fällen nicht gesichert. Möglicherweise hätte eine etwas höhere CCC-Menge einen besseren Effekt gehabt (vgl. Tab. 2). Auch hier verhalten sich Befallsindices und der Anteil infizierter Pflanzen im wesentlichen gleichsinnig.

Die Abbildungen 9 und 10 mit den graphischen Darstellungen der Befallsindices lassen erkennen, daß hier, im Vergleich zum Vorjahr, teilweise unterschiedliche Tendenzen vorhanden sind: eine eindeutige Senkung des Befallsindex ergibt sich nur dann, wenn die Infektion zeitlich vor der CCC-Spritzung erfolgte. Hier liegt eine Wechselwirkung zwischen Infektionstermin und CCC-Anwendungstermin vor, welche beim Sommerweizen sogar gesichert ist.

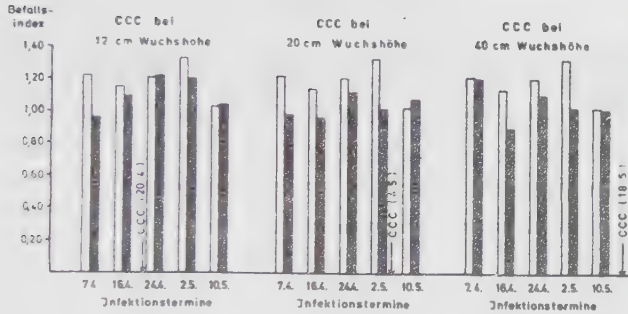


Abbildung 9: Einfluß von CCC auf den Befall von Sommerweizen "Opal" durch *C. herpotrichoides*; Gefäßversuch 1968.
Darstellung der Befallsindizes

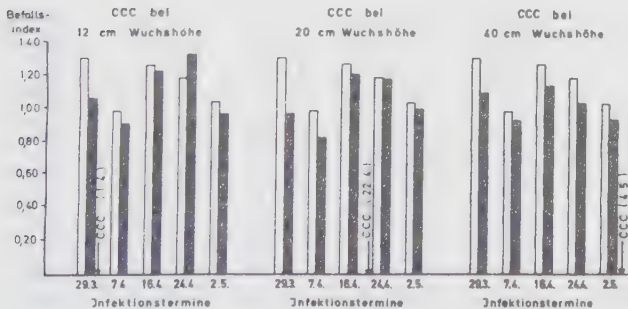


Abbildung 10: Einfluß von CCC auf den Befall von Winterweizen "Jubilär" durch *C. herpotrichoides*; Gefäßversuch 1968.
Darstellung der Befallsindizes
Weiße Säulen = ohne CCC,
schwarze Säulen = 8,8 ml Cycocel/Gefäß als Blattspritzung

Tabelle 36: Infektion von Sommerweizen "Opal" mit *Cercospora herpotrichoides*; Gefäßversuch 1968
8,8 ml/Gefäß Cycocel bei 12, 20 u. 40 cm Wuchshöhe
5 Infektionstermine

Infek- tions- termin	CCC bei Wuchsh. cm	Wuchsh. 25.6. cm	Halm- zahl/ Gefäß	Befalls- index	Befall in %	trans- formiert
-	-	112	42	0,01	0,9	-
-	12	100	46	0	0	-
-	20	88	45	0	0	-
-	40	87	46	0	0	-
7.4.	-	101	43	1,22	89,2	70,8
"	12	92	45	0,96	79,4	63,1
"	20	90	37	0,98	78,0	62,4
"	40	92	40	1,21	85,4	67,7
16.4.	-	105	36	1,14	85,4	67,7
"	12	98	40	1,09	85,4	67,7
"	20	82	36	0,96	77,4	61,8
"	40	87	37	0,90	77,0	61,5
24.4.	-	105	41	1,21	85,4	67,7
"	12	94	39	1,22	89,6	71,3
"	20	85	41	1,12	86,8	69,7
"	40	90	42	1,11	81,4	64,8
2.5.	-	105	40	1,33	88,4	70,3
"	12	95	41	1,20	88,4	70,3
"	20	84	41	1,02	77,8	62,1
"	40	87	43	1,03	79,0	62,7
10.5.	-	104	42	1,03	76,0	60,7
"	12	94	37	1,04	75,8	60,5
"	20	85	39	1,08	78,4	62,3
"	40	84	43	1,02	78,4	62,3
GD _{5%}		5	5	0,18	-	7,9
GD _{1%}		7	7	0,24	-	10,5

Tabelle 37: Infektion von Winterweizen "Jubilar" mit *Cercospora herpotrichoides*; Gefäßversuch 1968
8,8 ml/Gefäß Cycocel bei 12, 20 u. 40 cm Wuchshöhe
5 Infektionstermine

Infek- tions- termin	CCC bei Wuchsh. cm	Wuchsh. 25.6. cm	Halm- zahl/ Gefäß	Befalls- index	Befall in %	trans- formiert
-	-	110	51	0,02	1,5	-
-	12	107	47	0,10	7,9	-
-	20	102	55	0,01	0,3	-
-	40	99	54	0,01	0,1	-
29.3.	-	109	53	1,30	84,5	66,8
"	12	106	54	1,06	74,1	59,4
"	20	101	51	0,96	69,1	56,3
"	40	96	56	1,09	76,6	61,0
7.4.	-	109	52	0,98	73,8	59,1
"	12	105	53	0,90	71,1	57,5
"	20	98	52	0,82	62,1	52,0
"	40	105	52	0,92	72,6	58,4
16.4.	-	108	49	1,26	87,8	69,6
"	12	103	53	1,22	86,6	68,6
"	20	100	53	1,20	82,6	65,4
"	40	104	50	1,13	82,5	65,3
24.4.	-	106	49	1,18	87,5	69,3
"	12	99	49	1,32	88,8	70,5
"	20	101	48	1,17	85,0	67,2
"	40	103	49	1,03	81,1	64,2
2.5.	-	108	49	1,03	83,1	65,7
"	12	104	52	0,96	79,8	63,4
"	20	99	53	0,99	79,2	62,9
"	40	102	52	0,93	76,6	61,1
GD 5%		4	5	0,22	-	7,7
GD 1%		6	7	0,30	-	10,2

4. Ergebnisse der Versuche in vitro

a. Beeinflussung des Myzelwachstums durch CCC

Wie bei S. nodorum ist die Wachstumshemmung auf festem Nährboden am größten, wenn das CCC diesem erst nach dem Autoklavieren zugegeben wird (Abb. 11). Mit dem Nährboden zusammen autoklaviertes CCC hat eine viel geringere Wirkung, hier zeigt C. herpotrichoides sogar bei $5 \times 10^{-1} \text{ M}$ CCC noch ein deutliches Wachstum (Abb. 12). In niedrigeren Konzentrationen gleichen sich diese Unterschiede mehr oder weniger aus. Eine abweichende Wirkung hat Zusatz von Cycocel (Abb. 13). Hier ist bei 10^{-1} M eine nur leichte Hemmung des Myzelwachstums zu beobachten, $5 \times 10^{-1} \text{ M}$ CCC hemmen dagegen bereits total.

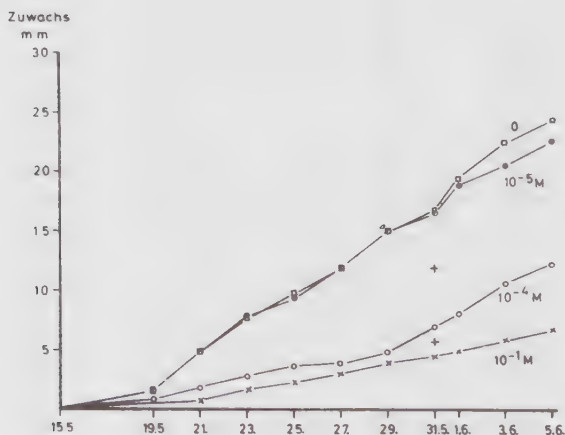


Abbildung 11: Wachstum von C. herpotrichoides auf Czapek-Dox-Agar mit CCC-Zusatz nach dem Autoklavieren
 + = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

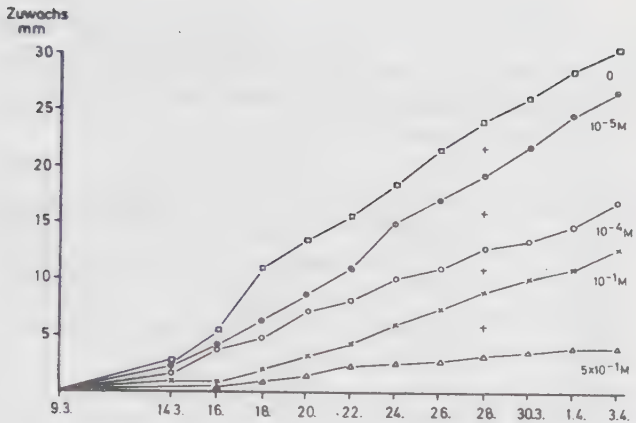


Abbildung 12: Wachstum von *C. herpotrichoides* auf Czapek-Dox-Agar mit CCC-Zusatz vor dem Autoklavieren

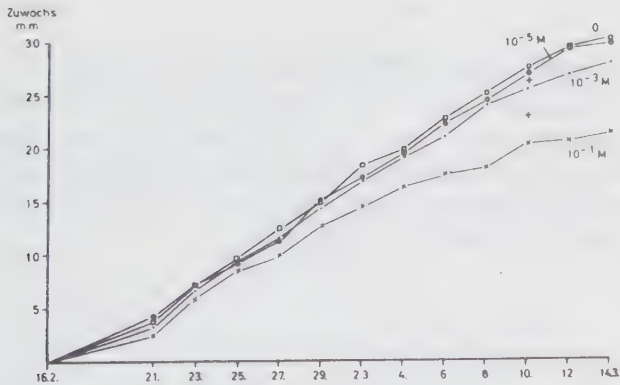


Abbildung 13: Wachstum von *C. herpotrichoides* auf Czapek-Dox-Agar mit Cycoel-Zusatz nach dem Autoklavieren;
Konzentration auf reinen Wirkstoff bezogen
+ = zu 95 % gesicherte Differenz zwischen zwei übereinanderliegenden Punkten

Bei Zusatz von CCC zu flüssigem Nährsubstrat läßt sich in allen, von 10^{-1} M bis 10^{-5} M abgestuften Konzentrationen des Mittels eine Wachstumssteigerung von C. herpotrichoides gegenüber der Kontrolle erkennen (Tab. 38).

Tabelle 38: Einfluß von CCC auf das Wachstum von C. herpotrichoides in Czapek-Dex-Nährlösung (mit Maltzin)
Myzeltrockengewicht in mg; Versuchsdauer: 25 Tage

Konzentration	Absolutwerte	rel. z. Kontrolle
0	124,7	100,0
10^{-5} M	187,0	149,9
10^{-4} M	151,0	121,1
10^{-3} M	159,3	127,7
10^{-2} M	179,0	143,5
10^{-1} M	144,5	115,9
GD _{5%}	28,8	
GD _{1%}	38,3	

b. Beeinflussung der Sporenkeimung durch CCC

CCC zeigt, ganz im Gegensatz zu seinem Einfluß auf das Myzelwachstum bereits bei relativ niedrigen Konzentrationen einen hemmenden Einfluß sowohl auf die Sporenkeimung als auch auf die Keimschlauchlänge. Erst bei 10^{-4} M CCC ist keine Hemmung mehr zu beobachten (Tab. 39).

Tabelle 39: Einfluß von CCC auf die Sporenkeimung von
C. herpotrichoides;
~~Dauer der Keimung:~~ 18 Std.; Temperatur: $21^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$

Konzentration	Anteil gekeimter Sporen in Prozent		Keimschlauchlänge in μ	
	Prozent- werte	trans- formiert	Absolut- werte	relativ z. Kontrolle
0	84,0	66,4	41,5	100,0
10^{-4} M	83,0	65,7	42,5	101,9
10^{-3} M	40,0	39,2	22,5	54,4
10^{-2} M	3,0	10,0	20,0	48,2
10^{-1} M	1,0	5,7	20,0	48,2
GD _{5%}		3,0	6,4	
GD _{1%}		4,3	9,1	

F. Diskussion

Obwohl bereits zahlreiche Beobachtungen über die Befallssteigerung von Ährenkrankheiten nach CCC-Anwendung vorliegen (vgl. S. 2), gibt es nur wenige Berichte, in denen diese Erscheinung hinreichend quantitativ erfaßt worden wäre. Angaben über Ertragsbeeinflussung fehlten bislang weitgehend. BOCKMANN (1967b) legte Zahlen über die additive Wirkung von CCC und Befall durch Ährenkrankheiten (S. nodorum und F. culmerum) vor, ebenso fand OBST (1968) im Jahre 1967 eine nach CCC-Spritzung deutliche Befallssteigerung bei Winterweizen "Jubilar", damit verbunden eine zum Teil gesicherte Senkung von Ertrag und TKG. BECK (1968) spricht von einer Korrelation zwischen Septoria-Befall und CCC-Aufwandmenge.

Im ganzen gesehen zeigen auch die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse, daß sowohl der Befallsgrad als auch die Ertrags- bzw. TKG-Verluste durch Septoria-Infektion deutlich erhöht werden können, wenn die Weizenpflanzen mit CCC behandelt werden. Sowohl eine Steigerung der CCC-Aufwandmenge als auch ein relativ später Anwendungszeitpunkt wirken sich zusätzlich negativ aus.

Als Ursachen für die Befallszunahme werden nun verschiedene durch CCC hervorgerufene Veränderungen diskutiert:

a. Das veränderte Mikroklima im Bestand. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß in CCC-behandelten Weizenfeldern die oberen Blätter sehr lange aufrecht stehen bleiben (HUMPHRIES, 1968), oft sogar die Ähren überragen, zumal sich diese langsamer und nicht so weit aus der Blattscheide herauschieben. Dadurch ergibt sich im Ährenbereich ein anderes Mikroklima, zumal die auf gleicher Höhe stehenden Blätter den Wind abbremsen, die Ähren nach einem Regen oder einer Taunacht langsamer abtrocknen als in einem Bestand, in dem die Blätter von den Ähren deutlich überragt werden. Außerdem sitzen die einzelnen Blätter der Pflanze durch die Halmverkürzung enger zusammen, wodurch das Mikroklima auch unterhalb der Ährenregion verändert sein könnte.

b. Der verkürzte Abstand zwischen dem obersten Blatt und der Ähre. Man nimmt an, daß die Sporen von S. nodorum hauptsächlich durch Regenspritzer verbreitet werden (WEBER, 1922; BOCKMANN, 1932), daß also Sporen von den unteren, befallenen Blättern auf die nächsthöheren gelangen und so fort. Von den oberen Blättern aus infizieren die Sporen dann die Ähre. Es leuchtet ein, daß die Wahrscheinlichkeit einer Ähreninfektion um so größer ist, je näher sich das oberste Blatt an der Ähre befindet.

c. Das verzögerte Ährenschieben. Zahlreichen Beobachtungen zufolge verzögert sich das Ährenschieben, je nach Anwendungszeitpunkt und Aufwandmenge des CCC, um zwei bis sieben Tage (HUNGERBÜHLER und PÉCLARD, 1964; HUMPHRIES et al., 1965; BACHTHALER, 1967). Eigenen Beobachtungen zufolge betrug diese Verzögerung nur zwei bis drei Tage, wohl wegen der relativ niedrigen CCC-Aufwandmengen. Dadurch kann es zu einer Verschiebung der befallsempfindlichen Phase kommen, welche nach BRÖNNIMANN (1968) in die Zeit vom Beginn des Ährenschiebens bis zur Blüte fällt. Die Ähren können unter Umständen in einem physiologisch jüngeren und empfindlicheren Stadium befallen werden.

Anscheinend schieben nun die Ähren bei CCC-Anwendung nicht nur später, sie benötigen auch mehr Zeit, um den oberen Teil der Blattscheide zu passieren. Die Ähre hat also längere Zeit Kontakt mit der Blattscheide und dem Blattgrund, in welchem sich schon bei geringstem Regenfall - auch in Taunächten - Wasser ansammelt, welches sporenhaltig sein kann. HOPP (1957) und BECKER (1963) konnten nachweisen, daß S. nodorum die Blattscheide sogar durchwachsen kann.

d. Die Reifeverzögerung durch CCC. Meistens ist die vorgenannte Erscheinung mit einer zusätzlichen Reifeverzögerung verbunden (LINSE et al. 1961; ZWATZ, 1967; BOCKMANN, 1967 b; HUMPHRIES, 1968). Es ist anzunehmen, daß sich die Pflanzen dadurch länger in einem befallsanfälligen Stadium befinden. Nach

HOPP (1957) und PIRSON (1960) zeigt S. nodorum die stärkste Myzelausbreitung, solange die Gewebe noch Chlorophyll enthalten. Aus mehreren Berichten geht hervor, daß CCC den Chlorophyllgehalt erhöhen kann und den Chlorophyllabbau hinauszögert (JUNG, 1966; KNYPL, 1967; MICHNIEWICZ et al., 1968). - Da diese Reifeverzögerung in feuchten Jahren in verstärktem Maße stattfindet, Septoria-Epidemien andererseits nur in feuchten Jahren auftreten, kann es also zu einer kumulativen Wirkung kommen.

Die gesteigerte Befallswirkung durch S. nodorum bei verzögerter Abreife der Weizenpflanzen ist nicht erst nach CCC-Anwendung bekannt geworden. BLOCK (1959) berichtet, daß norddeutsche Weizensorten, in Südbayern angebaut, wegen ihrer langsameren Abreife stärker durch S. nodorum geschädigt wurden als bodenständige Sorten. Ähnliches berichtet NICOLAS (1930; zit. nach SCHMIEDEKNECHT, 1967) von nordfranzösischen Sorten, die in Südfrankreich angebaut wurden. Umgekehrt konnte beobachtet werden, daß kontinentale Weizensorten, welche in maritimen Klimagebieten auf Resistenz gegenüber Ährenkrankheiten getestet wurden, weniger stark geschädigt wurden als dort einheimische Sorten, wegen der schnelleren Abreife (FEEKES und WIETEN, 1967).

e. Physiologische Veränderungen. Es ist durchaus denkbar, daß CCC das Pflanzengewebe so verändert, daß dieses stärker oder für längere Zeit als bei unbehandelten Pflanzen befallen werden kann. ZMATZ (1967) beispielsweise spricht von einem "masti-gieren" Blattgewebe nach CCC-Behandlung. Bekannt ist, daß durch CCC der Gehalt an Stickstoff sowohl in der grünen Pflanze als auch im Stroh gesteigert wird (MAYR und PRIMOST, 1963). OEST (1968) vermutet stoffwechselphysiologische Dispositionsveränderungen der Wirtspflanze.

Derartige Veränderungen nach CCC-Anwendung wurden nun hier nicht untersucht. Dafür kann aber gesagt werden, daß in zwei Versuchen, welche in vollklimatisierten Kammern ("Phytotron") des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Gießen durchgeführt und vom Berichtersteller ausgewertet

wurden, keine Befallszunahme durch CCC-Anwendung beobachtet werden konnte. Hierbei wurde nicht nur der Befall von CCC-behandelten und unbehandelten Pflanzen verglichen, welche gleichzeitig infiziert worden waren, so daß das physiologische Stadium durch CCC hätte verändert sein können; teilweise wurden die CCC-gespritzten Pflanzen, entsprechend der Reifeverzögerung, auch später infiziert als die unbehandelten Kontrollen. Hier wurde also das möglicherweise durch CCC veränderte "physiologische Alter" der Pflanzen berücksichtigt. In keinem Falle konnte eine durch CCC verursachte Befallssteigerung beobachtet werden.

In diesen Versuchen (unveröffentlicht) waren eine Reihe unkontrollierbarer äußerer Einwirkungen ausgeschaltet, während bestimmte Klimafaktoren, wie Lichtintensität, Luftfeuchte und Temperatur variiert wurden. Lediglich die höhere Luftfeuchte hatte in beiden Versuchen einen deutlich höheren Befallsgrad zur Folge.

In der vorliegenden Arbeit ging es nun nicht nur um die Frage, ob oder wie weit sich die verschiedenen Behandlungen auf Befallsverlauf und Ertrag auswirken; es sollte vielmehr auch versucht werden, den einen oder anderen der zuvor beschriebenen, die Infektion und Krankheitsentwicklung fördernden Faktoren auszuklammern oder in seiner Wirkung einzuschränken.

Zunächst bot sich die "Umgehung" des verkürzten Infektionsweges über die Blätter zur Ähre an, indem die Ähren selbst infiziert wurden. Das geschah in fast allen hier beschriebenen Versuchen. Die Ergebnisse zeigen, daß auch in diesem Falle (oder gerade in diesem Falle) CCC die Befallswirkung steigert: die eindeutigsten Unterschiede hinsichtlich Ertrag und TKG finden sich in den Gruppen, die nach dem Ährenschieben infiziert wurden. Die befallsfördernde Wirkung des CCC scheint demnach nicht (oder nicht nur) in einer Begünstigung der Infektion durch verkürzten Infektionsweg begründet zu sein.

Allerdings muß berücksichtigt werden, daß die Zeit vom Ährenschieben bis zur Milchreife die Phase ist, in welcher die Pflanze am stärksten geschädigt werden kann, zumal ja in diesem Zeitraum die Assimilate eingelagert werden, woran die Spelzen einen hohen Anteil haben (vgl. BRÖNNIMANN, 1968). Es ist kaum denkbar, daß die Ähren bei natürlicher Infektion (von den Blättern her) in kurzer Zeit so massiv befallen werden können wie bei künstlicher Infektion direkt auf die gerade geschebenen Ähren.

Als weitere Erklärung könnte das veränderte Mikroklima angeführt werden. Es ist schwierig, den Einfluß dieses Faktors im Versuch mit Sicherheit auszuschließen. Trotzdem ist anzunehmen, daß in einem Gefäßversuch, in dem die Gefäße frei auf 1 m hohen Wagen stehen, zwischen den Ährenregionen CCC-behandelter und unbehandelter Pflanzen keine derart großen mikroklimatischen Unterschiede bestehen dürften, wie sie im Feldversuch gegeben sind.

Im Gefäßversuch sind nun ähnliche Ertrags- und TKG-Depressionen zu beobachten wie in den Feldversuchen, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß. Dagegen zeigen die Befallswerte der CCC-Varianten keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den unbehandelten Kontrollen. Hinsichtlich des äußerlich sichtbaren Befalles besteht hier also Übereinstimmung mit den vorher geschilderten Versuchen in vollklimatisierten Kammern: bei weitgehender Ausschaltung der mikroklimatischen Unterschiede differiert der Befallsgrad CCC-behandelter Pflanzen nicht wesentlich von dem unbehandelter Pflanzen.

Bedenkt man andererseits, daß in vollklimatisierten Kammern die höhere Luftfeuchte einen deutlichen Befallsanstieg zur Folge hatte (unabhängig von den CCC-Behandlungen), so kann man vermuten, daß im Feldbestand das durch die CCC-Behandlung an der Infektionsstelle veränderte Mikroklima tatsächlich eine Rolle spielt. Der äußerlich sichtbare Befall müßte dann schon am Anfang der Bonitierungsperiode gesteigert werden, so lange durch die hochstehenden Blätter die Wahrscheinlichkeit besteht,

daß dort morgens oder nach Regenfällen für längere Zeit feuchtere Bedingungen herrschen als in nicht mit CCC behandelten Beständen. Betrachtet man daraufhin die Feldversuche mit S. nodorum 1968 (Tab. 6 und 9), so zeigen tatsächlich bereits die frühesten Ähren-Bonitierungen deutlich höhere Befallswerte bei CCC-Anwendung.

Es ist bekannt, daß die Höhe des äußerlich sichtbaren Befalls nicht immer mit entsprechenden Ertrags- bzw. TKG-Verlusten korreliert (ZWATZ, 1966; BRÖNNIMANN, 1968). Ein höherer Befallsgrad in CCC-behandelten Feldbeständen muß also gegenüber unbehandelten Schlägen nicht unbedingt oder zumindestens nicht ausschließlich der Grund für höhere Schäden durch Septoria-Befall sein. Sowohl bei unseren Feldversuchen als auch im Gefäßversuch spielte wohl die durch die Entwicklungsverzögerung bewirkte zeitliche Dispositionsverschiebung der CCC-behandelten Pflanzen und die damit verbundene Reifeverzögerung eine bedeutende Rolle, durch welche der Pilz für längere Zeit auf die Pflanzen einwirken konnte.

Während durch CCC-Anwendung im Feldversuch also sowohl das Mikroklima als auch die zeitliche Disposition der Pflanzen negativ beeinflusst werden sein könnte, rührt die Ertragsdepression im Gefäßversuch wohl ausschließlich von der durch CCC verzögerten und verlängerten Befallsperiode her.

Die vorausgehenden Erörterungen könnten nun den Eindruck erwecken, daß der verkürzte Infektionsweg für die Pilzsporen vom obersten Blatt zur Ähre keine Bedeutung hätte. Dem widersprechen jedoch die Ergebnisse in den Versuchsgliedern, welche unmittelbar vor dem Ährenschieben infiziert wurden (Feldversuche 1968, vgl. Tabellen 6 und 9). Auch hier zeigt sich eine deutliche CCC-Wirkung: dabei ist sowohl ein gesicherter Anstieg des Ährenbefalls als auch eine z.T. gesicherte Senkung von Ertrag und TKG durch CCC in mit Septoria infizierten Parzellen zu erkennen.

Wäre nun hier nur eine Ertrags- und TKG-Abnahme vorhanden, so könnte ausschließlich auf eine längere Einwirkungszeit des Erregers auf den Assimilationsapparat der Blätter geschlossen

werden, wiederum in Verbindung mit der verzögerten Abreifungszeit infolge CCC-Anwendung. Die Bewertung der vor dem Ährenschieben infizierten Gruppen in Tabelle 6 und 9 läßt jedoch erkennen, daß durch CCC der Blattbefall nicht gesteigert worden ist. Dagegen zeigen die Ähren dieser Gruppe einen signifikant erhöhten Befall bei CCC-Anwendung.

Bedenkt man, daß in diesem Falle nur die Blätter von der Sporensuspension getroffen wurden, so beruht der Befall der Ähren eindeutig auf Sekundärinfektionen. Berücksichtigt man ferner, daß im umliegenden Gelände ab Mitte Juli nur leichter natürlicher Befall zu beobachten war, so kann durchaus der Schluß gezogen werden, daß diese Ähreninfektionen nur durch Sporen entstanden sein können, welche von Läsionen auf den Blättern derselben oder unmittelbar benachbarter Pflanzen stammen. Daß sich auf diesen Läsionen Pyknidien und Sporen befanden, konnte nachgewiesen werden.

Hier muß also in erster Linie der kürzere Weg vom oberen Blatt zur Ähre verantwortlich gemacht werden; dafür spricht der prozentuale Anteil infizierter Ähren. Ebenso deutet jedoch der höhere Befallsgrad auch auf eine raschere Ausbreitung vorhandener Läsionen (an den Ähren) hin. Es soll nochmals darauf hingewiesen werden, daß sich der Befallsgrad hier nur auf infizierte Ähren bezieht.

Es wurde nun gezeigt, daß CCC-Anwendung eine Steigerung des Septoria-Befalls hervorrufen kann. Daß diese Steigerung tatsächlich auf die CCC-Wirkung zurückzuführen ist, ergibt sich aus den Beziehungen zwischen CCC-Aufwandmengen bzw. Anwendungsterminen einerseits und der Wirkung auf Wuchshöhe, Ährenbefall und Ertrag bzw. TKG andererseits. Besonders auf die Parallelität zwischen den Veränderungen bei der Wuchshöhe und den jeweiligen Ertrags-, TKG- und Ährenbefallswerten ist hinzuweisen.

Die wesentlichen Ursachen wurden diskutiert. Abgesehen von der längeren Abreifungszeit, die dem Pilz ein längeres Einwirken ermöglicht, sollte auch berücksichtigt werden, daß die

Ähren der mit CCC behandelten Pflanzen, wegen der Verzögerung des Ährenschiebens, in einem früheren Entwicklungsstadium infiziert wurden. Die Infektion erfolgte sowohl bei unbehandelten als auch bei mit CCC gespritzten Parzellen zur gleichen Zeit, da die Verzögerung (2 - 3 Tage) nicht stark genug war, um hier eindeutig abzugrenzen. Man kann nun durchaus annehmen, daß sich auch eine Entwicklungsverzögerung von nur 2 - 3 Tagen wegen der noch nicht so weit fortgeschrittenen Körnerentwicklung in den Ähren CCC-behandelter Pflanzen noch deutlich auf das Korngewicht auswirkt.

Die Schäden durch S. nodorum werden sowohl bei höherer CCC-Aufwandmenge als auch bei späterem Anwendungstermin noch gesteigert, wenn auch nicht immer in gesichertem Ausmaß. Diese Steigerung muß als reell angesehen werden, zumal sie in mehreren Versuchen festgestellt werden konnte und auch von OBST (1968) bestätigt wird. Als Grund könnte eine weitere Verzögerung des Ährenschiebens und der Abreife sowie vielleicht auch ein für die Entwicklung des Pilzes noch günstigeres Mikroklima genannt werden. Außerdem wird in diesem Falle ja auch der Infektionsweg für die Sporen vom oberen Blatt zur Ähre weiter verkürzt.

Zusätzliche Stickstoffdüngung scheint in diesen Versuchen keinen deutlichen Einfluß auf den Befall zu haben. Das zeigt sich sowohl 1967 (Tab. 4) als auch 1968 (Tab. 6). Die Auswirkung von zusätzlichen 30 kg/ha N im Jahre 1968 entspricht nicht den Erwartungen, da sowohl Ertrag als auch TKG in gesichertem Maße niedriger liegen als bei 90 kg/ha N. Wahrscheinlich wurde, nach einem ausgesprochen trockenen Mai, durch die reichlichen Niederschläge im Juni und Juli eine zu große Menge bisher ungelösten Stickstoffs im Boden mobilisiert, wodurch es zu einer Disharmonie im Nährstoffverhältnis, wenn nicht sogar zu einer temporären phytotoxischen Salzkonzentration in der Bodenlösung gekommen sein könnte. Es ist bekannt, daß zusätzliche N-Gaben bei Feldversuchen nicht immer Ertragssteigerungen bewirken, unter Umständen kann es, auch ohne Lagerung, sogar zu Depressionen kommen (MAYR und

PRIMOST, 1963; ADLER, 1966; VETTER und TEUTEBERG, 1967).

Die stärker gedüngten Teilstücke hatten gegenüber 90 kg/ha N eine geringfügig weitere Reifeverzögerung, allerdings erst nach dem Ährenschieben.

Die Ergebnisse der Tabellen 6, 9 und 13 zeigen, daß die Ermittlung der Sporenzahl auf den Spelzen in der durchgeführten Weise keine genauen Anhaltspunkte für Befallsunterschiede gibt. Drei Gramm Spelzen je Parzelle reichen wahrscheinlich nicht aus, um einen repräsentativen Wert zu ergeben. Die Methode könnte durch Entnahme einer größeren Spelzenmenge in mehreren Stichproben noch verbessert werden.

Nicht unerwähnt sollten die unterschiedlichen Befallswerte in den beiden Versuchsjahren bleiben. Abgesehen davon, daß sich zwischen einer Sommer- und einer Winterweizensorte nur bedingt Vergleiche ziehen lassen, könnte eine der möglichen Ursachen in der unterschiedlichen Witterung zu suchen sein (vgl. Abb. 1). Die Darstellung der für Septoria-Befall kritischen Zeitspanne vom Beginn des Ährenschiebens bis zur Milchreife (etwa 1. Juni bis 20. Juli) zeigt, daß diese 1967 trockener und wärmer war als 1968. Obwohl sich die Anzahl der Regentage nur unwesentlich voneinander unterscheidet, fiel 1968 in diesen 50 Tagen fast doppelt soviel Niederschlag:

	1967	1968
Niederschlagsmenge vom 1.6. bis zum 20.7. in mm:	82,1	154,0
Zahl der Regentage vom 1.6. bis zum 20.7.	23	26

Es lag nahe, den Einfluß von CCC auch auf eine andere Ährenkrankheit zu prüfen. Dazu bot sich Fusarium culmorum an, der Erreger der "partiellen Taubährigkeit des Weizens" (BOCKMANN, 1962a), zumal Anzucht- und Infektionsverhältnisse ähnlich sind wie bei S. nodorum. F. culmorum gewinnt als Erreger einer

Ährenkrankheit in steigendem Maße an Bedeutung. Es scheint, als sei diese Erkrankung erst nach Einführung des CCC in breiteren Kreisen bekannt geworden. In Berichten des "Nederlands Graan Centrum" wird dieser Krankheit besondere Bedeutung beigemessen (BOCKMANN, 1962b; 1965b; 1967a,b; FEEKES und WIETEN, 1967; DE TEMPE und LIMONARD, 1967). Im Rahmen der Berichte dieser Institution hat BOCKMANN (1967b) auch Zahlen über zusätzliche Ertragsverluste durch CCC-Anwendung bei künstlicher Ähreninfektion mit F. culmorum veröffentlicht. Wahrscheinlich verursacht dieser Pilz größere Verluste als allgemein angenommen wird (vgl. FEEKES und WIETEN, 1967), das Befallsbild ist nur nicht so auffallend wie bei S. nodorum.

Wie gefährlich F. culmorum werden kann, lassen die Ergebnisse des Jahres 1967 (Tab. 17) erkennen. Obwohl die Witterungsverhältnisse 1967 epidemiologisch gesehen nicht die günstigen Voraussetzungen boten wie im Jahre 1968, war der Einfluß des Erregers sehr ausgeprägt: die Körner aller infizierten Pflanzen waren, unabhängig von der Behandlung, vom Pilz völlig zerstört worden, so daß ein Drusch unmöglich war.

Die Ergebnisse des Feldversuches 1968 (Tab. 18) zeigen, daß durch CCC auch die Schadwirkung von F. culmorum noch verstärkt wird, besonders bei Infektion unmittelbar nach dem Ährenschieben. In diesem Falle war eine Infektion vor dem Ährenschieben weniger sinnvoll, zumal bekannt ist, daß der Pilz die Blätter nicht befällt.

Die Ursachen für die zusätzliche Schadwirkung durch CCC müssen nicht die gleichen sein wie bei S. nodorum. Wahrscheinlich hat sich jedoch die Verzögerung des Ährenschiebens und der Abreife auch hier ausgewirkt. Eine stärkere Beteiligung des durch CCC veränderten Mikroklimas im Bestand ist fraglich; hier hätte die Bewertung des äußerlich sichtbaren Befalls eindeutigere Unterschiede zeigen müssen.

Die Tabellenwerte mit den Sporenzahlen von jeweils 3 g Spelzen zeigen, daß dieses Verfahren im Prinzip auch bei F. culmorum möglich ist, auch wenn in diesem Versuch die Anzahl Sporen nach CCC-Anwendung nicht in gesichertem Maß erhöht ist.

Während die ersten Autoren, welche die Wirkung von CCC auf den Befall von Weizenpflanzen durch C. herpotrichoides prüften, jeden direkten Effekt auf den Pilz verneinen und als Grund für die geringere Wirkung von Cercospora lediglich mechanische Ursachen, wie die Verkürzung des untersten Internodiums, die verdickte Halmwand und die vergrößerte Standfestigkeit angeben (MAYR, BECK und DISKUS, 1964; STURM und JUNG, 1964; FROHNER, 1965; BOCKMANN, 1965), konnte DIERCKS (1965a,b) auch eine Abnahme des Befallsindex durch CCC-Anwendung feststellen. Eine direkt fungitoxische Wirkung wird von DIERCKS (1965a) aufgrund eigener Labortestergebnisse abgelehnt. Dies wird auch in den hier dargestellten Ergebnissen bezüglich des Myzelwachstums auf festem und in flüssigem Nährmedium bestätigt.

Ebenso zeigen die in dieser Arbeit dargestellten Feld- und Gefäßversuchsergebnisse in vielen Fällen eine echte Befallssenkung durch CCC, so daß sich die Frage stellt, unter welchen Bedingungen eine solche Wirkung des CCC zustandekommt. Deshalb wurden in mehreren Gefäßversuchen die Termine der Infektionen und der CCC-Applikationen verschieden miteinander kombiniert.

Die Ergebnisse des Gefäßversuches aus dem Jahre 1967 (Abb. 8) lassen erkennen, daß die Befallssenkung dann am größten ist, wenn der Infektionstermin unmittelbar vor oder nach der CCC-Spritzung liegt. Dieses Ergebnis ließe sich leicht erklären: die Infektion darf noch nicht zu weit fortgeschritten sein, wenn die ausbreitungshemmende Wirkung des CCC einsetzt, oder darf erst danach stattfinden.

Die Gefäßversuche des Jahres 1968 (Abb. 9 und 10) zeigen diese Tendenz allerdings nicht in gleicher Weise: diejenigen Infektionen werden am stärksten an der Ausbreitung gehindert, welche vor der CCC-Anwendung erfolgten. Die einfachste Erklärung hierfür wäre natürlich, daß bei späterer CCC-Anwendung die Pflanzen schon größer waren und deshalb mehr CCC aufnehmen konnten. Dafür sprechen auch die Wuchshöhen (Tab. 36 und 37).

Hier bleibt jedoch manche Frage offen. Berücksichtigt man, daß 1967 der durchschnittliche Befallsgrad höher lag, so könnte daraus geschlossen werden, daß zum Zeitpunkt der CCC-Wirkung der Befall der ersten Infektionsgruppe (Abb. 8, 14.4.) vielleicht schon zu weit fortgeschritten war, um durch CCC noch reduziert zu werden. 1968, als der durchschnittliche Befall niedriger lag, war möglicherweise auch eine größere CCC-Wirkung auf bereits erfolgten Befall vorhanden, zumal dieser den Halm vor Einsetzen der CCC-Wirkung noch nicht so schädigen konnte, möglicherweise auch später den Halm erreichte.

Dies sind nur Vermutungen. Es wurde nicht nachgeprüft, ob die ersten Augenflecke 1968 später zu beobachten waren als 1967. Auch die Witterungsdaten der beiden Jahre lassen nicht eindeutig erkennen, ob darin eine Ursache für den unterschiedlichen Befallsverlauf zu suchen ist. Fest steht, daß die Entwicklung der Sommerweizenpflanzen 1968 etwas rascher vonstatten ging, wie ja auch ein Vergleich der beiden Diagramme Abb. 8 und 9 zeigt.

Jedenfalls wirkte sich CCC-Anwendung in zwei voneinander unabhängigen Gefäßversuchen (1968) nach der Infektion stärker senkend auf den Cercosporiella-Befall aus - beim Versuch mit Sommerweizen liegt sogar eine gesicherte Wechselwirkung zwischen CCC-Anwendungszeitpunkt und Infektionstermin vor. Außerdem reagiert ja auch 1967 die Infektionsgruppe vom 22.4. (Infektion 4 Tage vor der CCC-Anwendung) im gleichen Sinne. Offenbar lassen sich widersprüchliche Auffassungen anderer Autoren (vgl. S. 3.) aus dieser Wechselwirkung erklären.

Parallelen zu den Ergebnissen der Gefäßversuchen lassen sich bei den Feldversuchen nur teilweise erkennen: während der Versuch "Gießen I" (Tab. 23) ebenfalls eine nur geringe CCC-Wirkung bei früher Spritzung zeigt, sind in den beiden anderen Feldversuchen mit Staffelung der CCC-Anwendungszeit (Tab. 25 und 26) keine eindeutigen Befallsunterschiede zwischen den einzelnen Spritzterminen zu beobachten. Ein Vergleich zwischen Gefäß- und Feldversuchen ist jedoch nicht ohne weiteres gerechtfertigt; die Wuchshöhen zeigen, daß die Wirkung des CCC auf die Pflanzen (bei gleichem Anwendungstermin) im Feldversuch größer war. Außerdem spielen bei den Feldversuchen in stärkerem Maße klimatische und andere standortbedingte Unterschiede mit (natürlicher Befall, unterschiedliche Standorte).

Einen weiteren Anhaltspunkt dafür, daß die Intensität der CCC-Wirkung auf die Pflanze, wie sie vor allem an der erzielten Wuchshöhe ablesbar ist, mit dem Ausmaß der Befallssenkung übereinstimmt, ergibt die Anwendung einer erhöhten CCC-Menge, wie z.B. beim Gefäßversuch 1967 (Abb. 8). Eine Steigerung der Cycocel-Menge hat beinahe in jedem Falle eine weitere Befallssenkung zur Folge. Dies stimmt überein mit den Ergebnissen fast aller hier beschriebener Feldversuche, bei denen mit verschiedenen CCC-Mengen gearbeitet wurde.

Daraus kann durchaus der Schluß gezogen werden, daß in halmbruchgefährdeten Lagen die obere Grenze der empfohlenen CCC-Menge angewendet werden sollte. Neben der deutlicheren Befallssenkung wird mit größerer Sicherheit auch parasitär verursachtes Lagern vermieden, welches meist erst eine stärkere Ertragsminderung zur Folge hat. Daß eine höhere CCC-Menge eine deutlichere Befallsminderung bewirkt, ergibt sich auch aus den Ergebnissen von DIERCKS (1965b), der mit 5 bis 7 l/ha Cycocel arbeitete.

Der Gefäßversuch 1967 (Tab. 65) zeigt eine weitere, auffallende Erscheinung: durch die erhöhte Stickstoffdüngung ergibt sich, insgesamt gesehen, eine hochsignifikante Senkung

des Befallsindex. Die Halmzahl war bei der gesteigerten N-Gabe leicht erhöht, daneben waren die Halme selbst auch dicker als in den Kontrollen. Eine positive Korrelation zwischen Bestockungsfaktor und Befallshöhe, wie sie BAUER (1965) in Feldversuchen fand, ergibt sich hier also nicht.

Nun kann man annehmen, daß im Gefäßversuch nicht dieselben mikroklimatischen Bedingungen vorliegen wie im Feldversuch, in dem die erhöhte Bestandesdichte und das dichtere, umfangreichere Blattwerk den Pilzbefall begünstigen können. Weiterhin kann vermutet werden, daß der Stickstoff im Gefäßversuch nicht nur die Halme, sondern auch die Blattscheiden verstärkt hat. Eine verdickte Blattscheide könnte das Eindringen des Pilzes verlangsamen, er müßte dann "später am Halm ankommen", besonders bei nicht zu hohem Befall oder bei später Infektion. Wahrscheinlich sind deshalb die Unterschiede zwischen den beiden Stickstoff-Varianten in der letzten Infektionsgruppe beim Gefäßversuch 1967 am größten (Abb. 8).

Aber auch bei ungehindert raschem Vordringen des Pilzes zum Halm und bei ungehindert rascher Ausbreitung in der Halmbasis kann es zu einem geringeren Befallsgrad kommen, wenn der Halm dicker ist, also einen größeren Umfang hat. Es ist leicht möglich, daß ein Augenfleck bei einem dünnen Halm etwas mehr als 50 % des Halmumfanges bedeckt, also den Befallswert 2 erhält, während ein Augenfleck gleicher Größe an einem dickeren Halm gerade noch mit 1 bewertet wird, weil er etwas weniger als 50 % des Halmumfanges bedeckt.

Beide Möglichkeiten, nämlich: 1. die Verlangsamung des Eindringens durch die Blattscheiden, und 2. die relative Auswirkung eines vergrößerten Halmumfanges können sowohl für die Stickstoff-Wirkung (im Gefäßversuch) als auch für die CCC-Wirkung zutreffen. Träfe nur die letztere Möglichkeit zu, so müßte der prozentuale Anteil befallener Halme immer gleich sein, auch wenn der Befallsindex - beispielsweise durch CCC-Anwendung - niedriger läge. Das ist aber nicht der Fall: meist ist eine Senkung des Befallsindex auch von einer Senkung des An-

teils befallener Pflanzen begleitet. Über die Wirkung von CCC auf die Struktur der Blattscheiden sind anscheinend bisher keine Untersuchungen durchgeführt worden.

Offen bleibt natürlich die Möglichkeit, daß bestimmte, durch CCC hervorgerufene morphologische oder physiologische Veränderungen im unteren Halmteil für die Befallsverminderung verantwortlich sind. Bereits erwähnt wurde, daß CCC die Zahl der Parenchymzellen vergrößert und ihr Lumen verkleinert, die Zahl der Gefäßbündel vermehrt und die Zellwände verdickt; eine deutliche Beeinflussung des Sklerenchyms im unteren Internodium war bislang allerdings in keiner Untersuchung zu beobachten (MAYR und PRESOLY, 1963; JUNG und RIEHLE, 1966; KOCH, 1968). MAYR und BAYZER (1965) sowie JUNG und RIEHLE (1966) konnten keine Veränderung des Gehaltes an Gerüstsubstanzen (Lignin, Hemisellulose und Zellulose) im unteren Halmteil von Weizenpflanzen nach CCC-Behandlung feststellen.

Nach CCC-Anwendung steigt, nach BLAIM und PRZESZLAKOWSKA (1967), der Gehalt an pektischen Substanzen im Weizenhalm deutlich an. Nach BLAIM und SZYNAL (1968) wird auch der Calciumgehalt im unteren Halmteil gesteigert. Das Calcium soll zu mehr als 50 % in Form von Calciumpektat vorliegen. Es ist bekannt, daß Calcium die Pektinketten vernetzt und ihre Wasserlöslichkeit herabsetzt. Dadurch soll nach EDGINGTON et al. (1961) die hydrolytische Aktivität der von Fusarium oxysporum f. lycopersici ausgeschiedenen Enzyme in Tomatenstengeln herabgesetzt werden.

POMMER (1968) prüfte in Schüttelkulturen die Toxizität von CCC gegenüber verschiedenen Pilzen. Bei 1000 ppm CCC in der Nährlösung (= rund $6,3 \times 10^{-3}$ M) zeigte sich nur bei C. herpotrichoides ein fungistatischer Effekt, während das Wachstum aller anderen untersuchten Pilze, darunter auch S. nodorum und F. culmorum, nicht wesentlich beeinflusst wurde.

Wäre CCC fungitoxisch, so könnten damit die Primärherde der Ährenkrankheiten eingedämmt werden, während C. herpotrichoides zum Teil sogar in der Hauptausbreitungsphase getroffen würde. Es lag deshalb nahe, den Einfluß von CCC auf Myzelwachstum und Sporenkeimung zu prüfen.

Die von POMMER (1968) festgestellte Hemmwirkung auf das Wachstum von C. herpotrichoides durch 1000 ppm CCC in der Nährlösung konnte hier nicht bestätigt werden. Es muß allerdings betont werden, daß es sich bei den hier beschriebenen Untersuchungen nicht um Schüttelkulturen handelte. Außerdem arbeitete POMMER mit einer Biomalz-Nährlösung, während von uns Czapek-Dox-Nährlösung mit 2 % Maltzin benutzt wurde. Die Messungen von POMMER erfolgten schon nach 48 Stunden, zur Beimpfung wurde zerkleinertes Myzel verwendet, wir benutzten Impfstücke aus Petrischalen.

Tabelle 38 zeigt, daß gerade C. herpotrichoides in Nährlösung bei allen CCC-Konzentrationsstufen ein besseres Wachstum hat als die Kontrolle. Da dies bei Wiederholung bestätigt werden konnte, und da F. culmorum bei höherer CCC-Konzentration ebenfalls besser wächst als die Kontrolle (Tab. 21), kann nur auf einen nutritiven Effekt des CCC geschlossen werden; läge ein Wirkstoffeffekt vor, so müßte er in erster Linie in den niedrigeren Konzentrationsstufen zu finden sein. CCC könnte hier sowohl als N- wie auch als C-Quelle gedient haben. Möglicherweise greift auch Cholin fördernd in den Pilzstoffwechsel ein.

Nur bei S. nodorum ist bei den beiden höheren Konzentrationsstufen eine gesicherte Hemmung zu beobachten (Tab. 15). Bei weniger als 10^{-3} M CCC, also der Menge, die POMMER verwendete, zeigt sich keine Hemmung mehr.

Auf festem Nährboden ist die Hemmwirkung durch CCC etwas größer. Nur F. culmorum wächst, wenn das CCC in Form von Cycocel gegeben wird, bei 10^{-2} M bis 10^{-4} M gesichert besser als die Kontrolle (Abb. 7). Beachtlich ist, daß dieser Pilz durch 5×10^{-1} M CCC in der Myzelentwicklung kaum beeinflusst wird; selbst bei 1 M CCC (ca. 158 g CCC im Liter Nährmedium!) wächst dieser Pilz noch recht beachtlich (Abb. 5, 6 und 7).

POMMER (1968), der das Wachstum von S. nodorum und F. culmorum auf festem Nährboden prüfte, konnte bei 5000 ppm (rund $3,2 \times 10^{-2}M$) und 2000 ppm (rund $1,3 \times 10^{-2}M$) CCC keine Hemmung gegenüber der Kontrolle feststellen. POMMER arbeitete allerdings mit "Proflo"-Glukose-Agar (aus Baumwollkeimen).

Sowohl bei Septoria als auch bei Cercosporiella hat CCC, bei gleicher Wirkstoffkonzentration, eine etwas größere Hemmwirkung, wenn es vom Nährboden getrennt kalt sterilisiert (Bakterienfiltergerät) und erst nach dem Autoklavieren dem Nährmedium zugesetzt wird. Bei Zugabe des Wirkstoffs zu festem Nährboden in der handelsüblichen Form des "Cycocel" ist die Wachstumshemmende Wirkung noch geringer. Es ist bekannt, daß Cycocel nur rund 60 % des Wirkstoffs als Chlorcholinchlorid enthält. den Rest aber als Cholinchlorid. OETTEL (1965) berichtet nun, daß die an sich schon geringe Toxizität des CCC im Tierversuch durch Zusatz von Cholin oder Acetylcholin noch herabgesetzt wird. Ob oder wie weit hier Parallelen gezogen werden dürfen, ist fraglich, jedenfalls ist die Wachstumsleistung der untersuchten Pilze größer, wenn der Wirkstoff nicht in reiner Form, sondern als Cycocel verwendet wird.

Die zweite Möglichkeit einer Hemmwirkung durch CCC wäre die Beeinflussung der Sporenkeimung. Die Konidien von S. nodorum und F. culmorum lassen jedoch bereits bei $10^{-3}M$ eine normale Keimung erkennen, sogar bei $10^{-1}M$ keimen noch mehr als 50 % der Sporen (Tab. 16 und 22). Lediglich Cercosporiella reagiert in diesem Falle stärker, aber auch hier ist bei $10^{-4}M$ keine Hemmwirkung zu beobachten (Tab. 39). In den beiden höchsten Konzentrationsstufen sind nur sehr wenig Konidien ausgekeimt, sogar bei $10^{-3}M$ noch weniger als 50 %. Diese stärkere Hemmung drückt sich auch in der Keimschlauchlänge aus.

Ein Vergleich mit der Konzentration der Spritzbrühe bei praktischer Anwendung zeigt, daß 500 l/ha Flüssigkeit mit 2,2 l/ha Cycocel rund 2000 ppm reinen Wirkstoff enthalten, das wären ca. $1,3 \times 10^{-2}M$. -

Bei Anwendung normaler CCC-Mengen im Freiland ist es also unwahrscheinlich, daß CCC direkt auf das Myzelwachstum der hier untersuchten Pilze hemmend einwirkt. Lediglich die Sporenkeimung von C. herpotrichoides könnte unter Umständen beeinflußt werden, wenn diese mit der CCC-Ausbringung zeitlich zusammenfällt.

Sieht man von diesem eventuellen direkten Einfluß des CCC auf die Sporenkeimung von C. herpotrichoides ab, so bleibt als Grund für die befallssteigernde Wirkung desselben wahrscheinlich nur die Möglichkeit einer Dispositionsverschiebung bei der Pflanze und das veränderte Mikroklima in der Ährenregion. Hier ergibt sich der wohl seltene Fall, daß ein Wirkstoff auf mehrere Arten auf die Disposition einwirkt, bei derselben Pflanze und zum Teil sogar gegenüber demselben Erreger.

Nach GÄUMANN (1951) würde eine Verkürzung der Distanz zwischen oberem Blatt und Ähre (welche als Faktor sicher nicht auszuschließen ist, vgl. Tabellen 6 und 9) eine Veränderung der Infektionsdisposition der Pflanze gegenüber S. nodorum bedeuten. Die durch CCC verursachte Entwicklungs- und Reifeverzögerung dagegen wäre eine Verschiebung der Krankheitsdisposition in einem für die Pflanze negativen Sinne, wahrscheinlich sowohl gegenüber S. nodorum als auch F. culmorum.

In umgekehrtem Sinne scheint sich die durch CCC verursachte Veränderung bei der Weizenpflanze auf den Befall durch C. herpotrichoides auszuwirken. DIERCKS (1965a) spricht von einer induzierten Ausbreitungsresistenz im Sinne GÄUMANN's durch das verstärkte Halmgewebe. Möglicherweise schließt dieser Faktor auch die unteren Blattscheiden mit ein.

6. Zusammenfassung

In Feld- und Gefäßversuchen wurde der Einfluß von Chlorocholinchlerid (CCC) auf den Befall von Sommer- und Winterweizen durch die pilzlichen Krankheitserreger Septoria nodorum Berk., Fusarium culmerum (W.G. Smith) Sacc. und Carcospora herpotrichoides Fron untersucht. In vitro-Versuche sollten den unmittelbaren Einfluß des Wirkstoffs auf die Erreger zeigen.

I. Septoria nodorum Berk.

1. In den meisten Fällen führte CCC-Behandlung bei künstlich infizierten Pflanzen zu einer sichtbaren Befallssteigerung. Diese drückte sich auch in einer zusätzlichen Senkung von Ertrag und Tausendkorngewicht aus.
2. In einem Jahr mit feuchter Witterung in der Zeit der Kornausbildung (1968) waren diese Erscheinungen stärker ausgeprägt als in dem trockeneren Sommer 1967.
3. Die negativen Auswirkungen einer CCC-Behandlung wurden durch höhere Aufwandmenge oder späteren Applikationszeitpunkt in der Regel noch verstärkt.
4. Eine stärkere Ertragssenkung durch S. nodorum war nur dann zu beobachten, wenn die künstliche Infektion auf die bereits geschehenen Ähren erfolgte.
5. Wurden die Pflanzen schon vor dem Ährenschieben infiziert, blieb die Auswirkung der Infektion wesentlich geringer; in den mit CCC behandelten Parzellen war jedoch der Anteil sekundär befallener Ähren wie auch deren Befallsgrad deutlich erhöht.
6. Eine Erhöhung der Stickstoffgabe wirkte sich in zwei Feldversuchen nicht befallssteigernd aus.

7. In einem Gefäßversuch kam es nicht zu einer Zunahme des sichtbaren Befalls durch CCC-Anwendung, dennoch wurden auch hier bei den CCC-behandelten Pflanzen Ertrag und Tausendkerngewicht zusätzlich vermindert, wenn auch in geringerem Maße als in den Feldversuchen.
8. Bei Versuchen in vitro konnte nur eine geringfügige Beeinflussung des Myzelwachstums auf festen Nährböden oder in Nährlösung festgestellt werden, wenn dem Medium das CCC in Konzentrationen zugesetzt wurde, wie sie in der Praxis gebräuchlich sind. Ebenso wurde die Sporenkeimung nicht wesentlich beeinflusst.

II. Fusarium culmorum (W.G. Smith) Sacc.

1. Eine künstliche Infektion führte 1967 zu fast vollständiger Zerstörung der Körner. CCC-Applikation hatte 1967 keinen deutlichen Einfluß auf das äußere Befallsbild.
2. Bei Infektion unmittelbar nach dem Ährenschieben konnte 1968 eine deutliche Senkung von Ertrag und Tausendkerngewicht beobachtet werden. Diese Senkung war nach CCC-Anwendung noch verstärkt.
3. Einen ähnlichen Einfluß, wenn auch in geringerem Maße, hatte eine Infektion rund zwei Wochen nach dem Ährenschieben.
4. Bei Versuchen in vitro wirkte CCC in keinem Falle deutlich fungistatisch, eine Konzentration von 10^{-1} M reinem Wirkstoff in einer Nährlösung hatte sogar eine gesicherte Wachstumssteigerung zur Folge.

III. Cercospora herpotrichoides Fron

1. Sowohl bei natürlicher als auch bei künstlicher Infektion war in den meisten Fällen eine leichte Senkung des Befalls durch CCC-Anwendung zu beobachten.
2. Zeitliche Staffelung der CCC-Spritzung bzw. Variieren des Infektionszeitpunktes wirkten sich in Gefäßversuchen nicht eindeutig auf die Höhe des Cercospora-Befalls aus. In der Mehrzahl der Fälle kam es dann zu einer Befallssenkung, wenn die Infektion vor der CCC-Applikation erfolgte.
3. Eine Steigerung der CCC-Menge bewirkte in Gefäß- und Feldversuchen eine zusätzliche Befallssenkung.
4. Eine Steigerung der Stickstoffmenge hatte im Gefäßversuch ebenfalls eine Befallssenkung zur Folge, vor allem bei später Infektion.
5. Das Wachstum von C. herpotrichoides auf festem Nährboden wurde durch höhere CCC-Konzentration (über 10^{-3} M) leicht gehemmt, das Wachstum in Nährlösung dagegen durch höhere CCC-Konzentrationen gefördert.
6. Die Sporenkeimung von C. herpotrichoides wurde durch CCC stärker gehemmt (bis 10^{-4} M) als bei den beiden anderen untersuchten Pilzen.

H. Literatur

- ADLER, T. : Untersuchungen über die Ertragsbildung bei Winterweizen durch Behandlung mit Chlorcholinchlorid bei geteilten Stickstoffgaben. Die Bodenkultur 17, 165-173, (1966).
- AINSWORTH, G.C. u. BISBY, G.R. : Dictionary of the fungi. Kew, Surrey, (1961).
- BACHTHALER, G. : Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC)-Blattspritzungen auf Winter- und Sommerweizen an einem niederschlagsreicheren Anbaustandort. Z. Acker- u. PflBau 126, 357-382, (1967).
- BALTZER, U. : Untersuchungen über die Anfälligkeit des Roggens für Fusariosen. Phytopath. Z. 2, 377-441, (1930).
- BARBIER, S. u. MAYR, H.H. : Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Stickstoff und Chlorcholinchlorid (CCC) bei Winterweizen im Gefäßversuch. Plant and Soil 24, 167-177, (1966).
- BAUER, F. : Einfluß der Düngung mit verschiedenen Stickstoff-Formen auf die Standfestigkeit und Halmbruchkrankheit (*Cercospora herpetrichoides* Fron) des Weizens. Z. Acker- u. PflBau 118, 251-274, (1963).
- BECK, W. : Die bisher bekannten Wirkungen von CCC auf die Entwicklung pflanzenparasitärer Pilze. PflSchutz-Ber. 37, 145-160, (1968).
- BECKER, G.J.F. : Glume blotch of wheat, caused by *Leptosphaeria nodorum* Müller. Nederlands Graan Centrum, Techn. Ber. 11, (1963)
- BLAIN, K. u. PRZESZLAKOWSKA, M. : Influence of CCC on the content of pectic substances in wheat stalks. Bull. Acad. Polon. Sci., Sér.sci.biol. 15, 445-448, (1967).
- BLAIN, K. u. SZYNAL, J. : Influence of (2-chloroethyl)-trimethyl ammonium chloride (CCC) on the content and distribution of calcium in wheat stalks during growth. Bull. Acad. Polon. Sci., Sér.sci.biol. 16, 63-65, (1968).
- BLOCK, G. : Untersuchungen über die Braunfleckigkeit (Spelzenbräune) des Weizens (*Septoria nodorum* Berk.), insbesondere in bezug auf Infektionsbedingungen, Sortenanfälligkeit und wirtschaftliche Bedeutung des Pilzes. Z. Acker- u. PflBau 107, 435-458, (1959).

- BOCKMANN, H. : Ein Beitrag zur Biologie und wirtschaftlichen Bedeutung des Erregers der Braunfleckigkeit des Weizens: *Macrophoma hennebergii* (Kühn). Angew. Bot. 14, 79-86, (1932).
- - : Über die Halmbruchkrankheit des Weizens und ihren Erreger *Cercospora herpotrichoides* Fren. Phytopath. Z. 17, 293-304, (1951).
- - : Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens im Sommer 1957. Phytopath. Z. 33, 225-240, (1958).
- - : Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitung und Durchführung der Feldinfektionen sowie deren Neben- und Nachwirkungen. NachrBl. Deutsch.PflSchutzd. (Braunschweig) 14, 153-156 (1962a).
- - : Künstliche Infektionsversuche mit *Septoria* und *Fusarium* an verschiedenen Winterweizensorten im Nordostpolder im Sommer 1961. Nederlands Graan Centrum, Techn.Ber. 8 (1962b).
- - : Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. III. Die Schadensanalyse. NachrBl. Deutsch.PflSchutzd. (Braunschweig) 15, 135-139, (1963).
- - : Qualität und Backfähigkeit von Weizen bei Befall mit *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link.. NachrBl. Deutsch.PflSchutzd. (Braunschweig) 16, 5-10, (1964).
- - : Über die Wirkung von Chlor-Cholin-Chlorid (CCC) gegen den krankhaften Halmbruch des Weizens. Z.PflKrankh.PflPath.PflSchutz Sh. 3, 381-383, (1965a).
- - : Grundsätzliche Fragen der Sortenresistenz des Weizens gegen den Erreger der Ährenkrankheiten *Septoria nodorum* Berk. und *Fusarium culmorum* Link.. Nederlands Graan Centrum, Techn. Ber. 13, (1965b).
- - : Ergebnisse von Sortenprüfungen mit Weizen auf Resistenz gegen die Ährenkrankheiten, durchgeführt im Nordostpolder von 1961-1964. Nederlands Graan Centrum, Techn.Ber. 17, 5-16, (1967a).
- - : Über die Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens unter besonderer Berücksichtigung des Cycocels. Nederlands Graan Centrum, Techn. Ber. 17, 17-28, (1967b).

- BRÖNNIMANN, A. : Zur Kenntnis von *Septoria nodorum* Berk., dem Erreger der Spelzenbräune und einer Blattdürre des Weizens. *Phytopath.Z.* 61, 101-146, (1968).
- CROSIER, W.E. u. YOUNT, W.L. : Reduction of common bunt in winter wheat by (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride. *Phytopathology* 57, 339, (1967).
- DIERCKS, R. : Die Bekämpfung der Halmbruchkrankheit des Getreides (*Cercospora herpotrichoides*) unter besonderer Berücksichtigung chemischer Verfahren. *Bayer.Landw.Jahrb.* 42, Sh. 4, (1965a).
- - : Über die Bekämpfung der Halmbruchkrankheit des Weizens (*Cercospora herpotrichoides*) mit Chlorcholinchlorid. *Z.PflKrankh. PflPath.PflSchutz* 72, 257-271, (1965b).
- - u. OBST, A. : Die Halmbruchkrankheit des Weizens. : Pflanzenschutzinformationen d. Bayer. Landesanst. 16, (1968).
- EDGINGTON, L.V., CORDEN, M.E. u. DIMOND, A.E. : The role of pectic substances in chemically induced resistance to *Fusarium* wilt of tomato. *Phytopathology* 51, 179-182, (1961).
- FEKKES, W. u. WIETEN, D.T. : De veredeling van tarwe tegen *Septoria* en *Fusarium*. Nederlands Graan Centrum, Techn. Ber. 17, 43-68, (1967).
- FROHNER, W. : Versuche zur Anwendung von CCC (Chlor-Cholin-Chlorid) in Kombination mit Herbiziden. *Z.PflKrankh.PflPath.PflSchutz*, Sh. 3, 369-373, (1965).
- FUCHS, W.H. u. GROSSMANN, F. : Kalkstickstoffversuche zu halmbruchkranken Weizen. *Agrochimica* 4, 216-235, (1960).
- GÄUMANN, E. : Pflanzliche Infektionslehre. 2. Aufl. Basel, (1951).
- HEWETT, P.D. : A survey of seed borne fungi of wheat. II. The incidence of common species of *Fusarium*. *Trans.Br.Mycol.Soc.* 50, 175-182, (1967).
- HOPP, H. : Untersuchungen über die Braunfleckigkeit des Weizens und ihren Erreger *Septoria nodorum* Berk. (Syn. *Macrophoma hennebergii* Kühn). *Phytopath.Z.* 29, 395-412, (1957).
- HORN, H.G. : Eine neue Meßtechnik zur Beurteilung der Standfestigkeit von Getreide und ihre Anwendung bei mit CCC behandelten Pflanzen. *Diss. Gießen* (1965).
- HUMPHRIES, E.C. : CCC and cereals. *Field crop Abstr.* 21, 91-99, (1968).

- HUMPHRIES, E.C.,
WELBANK, P.J. u.
WITTS, K.J. : Effect of CCC on growth and yield of
spring wheat in the field. Ann. appl.
Biol. 56, 351-361, (1965).
- HUNGERBÜHLER, K. u.
PÉCLARD, D. : Blattdüngungsversuche mit Chlorcholin-
chlorid (CCC) und Harnstoff an Winter-
weizen Probus. Schweiz. Landw. Mh. 42,
247-253, (1964).
- JOHNSON, L.B. u.
SCHAFER, J.F. : Effect of (2-chloroethyl)-trimethyl-
ammonium-chloride on Puccinia recondita
infection. Plant. Dis. Rept. 50, 108-
109, (1966).
- JUNG, J. : Über die halmverkürzende Wirkung von
Chlorcholinchlorid (CCC) bei Weizen und
deren Abhängigkeit von der Bodenart. Z.
Pflernähr. Düngg. Bodenk. 107, 146-153,
(1964).
- - : Grundsätzliches zur Wirkung von CCC. CCC-
Symposium BASF, 13-18, (1965).
- JUNG u. RIEHLE, G. : Morphologische Veränderungen bei Getreide
nach Behandlung mit Chlorcholinchlorid
(CCC). Z. Acker- u. Pflbau 124, 112-119,
(1966).
- JUNG, J. u.
STURM, H. : Wachstumsregulierende Wirkung von Chlor-
cholinchlorid (CCC). Landw. Forsch. 17,
1-9, (1964).
- - : CCC: its combination with certain herbici-
des and special considerations of dosage
rate as related to disease incident in
cereals. Proc. 8th Brit. Weed Control
Conf. 1966, 245-256, (1966).
- KELLER, C. u.
BAGGIOLINI, M. : Les stades repères dans la végétation du
blé. Rev. romande Vitic. et Arboric.
(Lausanne) 10, 17-20, (1954).
- KIETREIBER, M. : Der Septoria-Befall von Weizenkörnern
(zur Methodik der Erkennung). Proc. Int.
Seed. Test. Ass. 27, 843-855, (1962).
- KNYPL, J.S. : Retardation of chlrophyll degradation in
Zea mays by coumarin, phosphon D, and CCC.
Naturwissenschaften 54, 146, (1967).
- KOCH, K. : Halmstabilität und Lagerneigung des Ge-
treides unter dem Einfluß von Chlorche-
linchlorid (CCC). Diss. Gießen, (1968).
- LANGE-DE LA CAMP, M. : Die Wirkungsweise von Cercospora her-
potrichoides Fren, dem Erreger der Halm-
bruchkrankheit des Getreides. I. Fest-
stellen der Krankheit, Beschaffenheit und
Infektionsweise des Erregers. Phytopath.
Z. 55, 34-66, (1966a).

- LANGE-DE LA CAMP, M.** : Die Wirkungsweise von *Cercospora herpotrichoides* Fron, dem Erreger der Halmbruchkrankheit des Getreides. III. Art und Ausmaß des Schadens - Bekämpfungsmöglichkeiten. *Phytopath. Z.* 56, 363-392, (1966b).
- - : Der Einfluß der Temperatur auf den Befall mit *Cercospora herpotrichoides* Fron. *Z. PflKrankh. PflPath. PflSchutz* 74, 267-276, (1967)
- LINSER, H.** : Zur Ertragssteigerung: CCC gegen das "Lagern" von Getreide. *Umschau* 66, 279-281, (1966).
- - : Der Einfluß von CCC auf das "Lagern" und das Verhalten von Getreidepflanzen. *Die Bodenkultur* 19, 185-212, (1968).
- LINSER, H., MAYR, H.H.** : Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid u. **BODO, G.** : auf Sommerweizen. *Die Bodenkultur* 12, 279-280, (1961).
- MACER, R.C.F.** : Saprophytic colonization of wheat straw by *Cercospora herpotrichoides* Fron and other fungi. *Ann. appl. Biol.* 49, 152-164, (1961a).
- - : The survival of *Cercospora herpotrichoides* Fron in wheat straw. *Ann. appl. Biol.* 49, 165-172, (1961b).
- MATTHES, A. u. SCHUSTER, W.** : Wirkung von CCC bei hoher Stickstoffdüngung. *Mitt. DLG* 18, 616-622, (1967).
- MAYR, H.H.** : Anwendung und Bedeutung von Chlorcholinchlorid in der Landwirtschaft. *Landw. Forsch.* 21, 195-202, (1968).
- MAYR, H.H. u. RAYZER, H.** : Untersuchungen über die Einlagerungen von Gerüstsubstanzen in Weizenhalmen nach der Anwendung von Chlorcholinchlorid (CCC). *Z. Acker- u. PflBau* 121, 295-299, (1965).
- MAYR, H.H. , BECK, W. u. DISKUS, A.** : Vorläufige Untersuchungen über die Verhinderung der parasitären Lagerung von Weizen durch Chlorcholinchlorid (CCC). *Agrochimica* 9, 45-52, (1964).
- MAYR, H.H. u. PRESOLY, E.** : Untersuchungen an mit Chlorcholinchlorid behandelten Weizenpflanzen. Anatomisch-morphologische Ergebnisse. I. Mitt. *Z. Acker- u. PflBau* 118, 109-124, (1963).
- MAYR, H.H. u. PRIMOST, E.** : Versuche zur Erhöhung der Standfestigkeit von Winterweizen durch Anwendung von Chlorcholinchlorid (CCC) in gelöster Form. *Die Bodenkultur* 14, 209-215, (1963).

- MICHNIEWICZ, M., CHROMINSKI, A. u. BELT, H. : Retardation of chlorophyll degradation as possible effect of (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride in increase of winter grain yield. Bull. Acad. Polon. Sci., Sér. sci. biol. 16, 451-453, (1968).
- MORITZ, H. u. BOCKMANN, H. : Einleitende Studien über *Cercospora herpotrichoides* Fron. Angew. Bot. 15, 409-419, (1933).
- MUDRA, A. : Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin u. Hamburg, (1958).
- MÜLLER, E. : Pilzliche Erreger der Getreideblattdürre. Phytopath. Z. 19, 403-408, (1953).
- MÜLLER, E. u. TOMASEVIC, M. : Kulturversuche mit einigen Arten der Gattung *Leptosphaeria* Ces. et de Not.. Phytopath. Z. 29, 287-294, (1957).
- MÜLLER, J. u. MELCHINGER, H. : Methoden der Mikrobiologie. Stuttgart, (1964).
- NEHRING, K. : Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden für Dünge- und Futtermittel, Böden und Milch. Hamburg und Berlin, 3. Aufl., (1960).
- NICOLAS, G. : Un parasite dangereux pur le blé en béarn *Septoria glumarum* Passer. Comptes rendus Acad. d'Agric. de France 16, 250-255, (1930)
- OBST, A. : Orientierende Versuche zur Anwendung von Chlorcholinchlorid (CCC) bei Befall des Weizens mit Spelzenbräune (*Septoria nodorum*). Bayer. Landw. Jahrb. 45, 248-254, (1968).
- OETTEL, H. : Zur Toxizität von Chlorcholinchlorid (CCC). CCC-Symposium BASF, 119-134, (1965).
- OORT, A.J.P. : De oogvlekkenziekte van de granen, veroorzaakt door *Cercospora herpotrichoides* Fron. T. Plantenziekten 42, 179-228, (1936).
- PIRSON, H. : Prüfung verschiedener Winterweizensorten auf Anfälligkeit gegen *Septoria nodorum* Berk. mit Hilfe von künstlichen Infektionen. Phytopath. Z. 37, 330-342, (1960).
- POMMER, E.H. : Untersuchungen zur Frage der fungiziden Wirksamkeit von Chlorcholinchlorid. Z. Pfl. Krankh. PflPath. 74, 438-443, (1967).
- PRIMOST, E. : Die Wirkung von Chlorcholinchlorid auf die Korn- und Stroherträge von Winterweizen in 2 witterungsmäßig extremen Jahren. Z. Acker- u. PflBau 119, 211-226, (1964).
- SCHAFFNIT, E. : *Cercospora herpotrichoides* Fron als Ursache der Halmbruchkrankheit des Weizens. Phytopath. Z. 5, 493-503, (1933).

- SCHAREN, A.L. : Cyclic production of pycnidia and spores in dead wheat tissue by *Septoria nodorum*. *Phytopathology* 56, 580-583, (1966).
- SCHEINPFLUG, H. : Untersuchungen über den Infektionsmodus von *Cercospora herpeticoides* Fr. bei der Primärinfektion. *Phytopath. Z.* 50, 43-61, (1964).
- SCHMIEDEKNECHT, M. : Die Braunfleckigkeit des Weizens. *Nachr. Bl. Deutsch. PflSchutzd.* (Berlin) 21, 54-60, (1967).
- SCHULZ, F.A. : Untersuchungen über den Einfluß der Gründüngung auf die Halmbruchkrankheit des Weizens und ihren Erreger *Cercospora herpeticoides* Fr. I. Beeinflussung der einzelnen Entwicklungsphasen des Pilzes im Boden. *Phytopath. Z.* 62, 1-20, (1968).
- STURM, H. u. JUNG, J. : Der Einfluß von Blattspritzungen mit Chlorchlorinchlorid (CCC) auf Wachstum und Ertrag von Weizen. *Z. Acker- u. PflBau* 120, 232-252, (1964).
- TAHORI, A.S., ZEIDLER, G. u. HALEVY, A.H. : Effect of some plant growth-retarding compounds on three fungal diseases and one viral disease. *Plant Dis. Repr.* 49, 775-777, (1965).
- TEMPE DE, J. u. LIMONARD, T. : Enkele aspecten van de *Fusarium* infectie van tarwezaad. *Nederlands Graan Centrum, Techn. Ber.* 17, 35-42, (1967).
- TOLBERT, N.E. : 2-Chloroethyl-trimethylammonium-chloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. *Plant Physiol.* 35, 380-385, (1960).
- VETTER, H. u. TEUTEBERG, W. : Liegt die optimale Stickstoffgabe für Winterweizen bei der Lagergrenze? *Z. Acker- u. PflBau* 126, 157-163, (1967).
- WALTER, H. : Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 68, 331-344, (1965).
- WEBER, G.T. : II. *Septoria* diseases of wheat. *Phytopathology* 12, 537-585, (1922).
- ZWATZ, B. : Die *Septoria* (*Septoria nodorum*), eine gefährliche Pflanzenkrankheit in niederschlagsreichen Jahren. *Der Pflanzenarzt* 19, H. 6, 74-75; H. 7, 83-84; (1966).
- - : Der Einfluß von CCC auf den Krankheitsbefall von Getreide. *Der Pflanzenarzt* 20, 65-68, (1967).

Herrn Professor Dr. F. Großmann sei an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit gedankt.

Ferner danke ich Herrn Dr. H. Fehrmann für zahlreiche Ratschläge bei der Abfassung des Textes.

Des weiteren möchte ich mich bei Herrn Dr. Bockmann, Kiel-Kitzeberg, für die Überlassung von Infektionsmaterial bedanken.

Lebenslauf

Am 26. August 1929 wurde ich, Eduard Langerfeld, als Sohn des kaufmännischen Angestellten Eduard Langerfeld und dessen Ehefrau Anna, geborene Rau, in Wuppertal Barmen, Rheinland, geboren.

1936 bis 1940 : Besuch der Volksschule in Schwelm, Westfalen

1940 bis 1943 : Besuch der Oberschule in Schwelm

1943 bis 1944 : Besuch der Oberschule in Hagenau, Elsaß

1945 bis 1948 : Landarbeitslehre in Erbach bei Heppenheim,
Hessen

1948 bis 1950 : Landwirtschaftslehre in Lorsch, Hessen

1950 : Landwirtschaftliche Gehilfenprüfung

1950 bis 1951 : Landwirtschaftsgehilfe in Lorsch

1952 bis 1957 : Landwirtschaftsgehilfe in Kirchheimbolanden,
Pfalz

1957 bis 1958 : Volontärverwalter in Friedelsheim, Pfalz

1958 : Landwirtschaftliche Meisterprüfung

1958 bis 1959 : Besuch der höheren Landbauschule in Michelstadt, Odenwald; Abschluß mit Reifevermerk

1959 bis 1963 : Versuchsfeldleiter am Versuchsfeld des Institutes für Phytopathologie der Justus Liebig-Universität in Gießen

1963 bis 1967 : Studium der Landwirtschaft in Gießen; Abschluß als Diplomlandwirt

1967 bis 1969 : Als Doktorand am Institut für Phytopathologie der Justus Liebig-Universität in Gießen mit der Anfertigung der vorliegenden Dissertation beschäftigt

